# 弱、強結合展開による SU(3) ゲージ場の繰り込み群の流れ

梅田 貴士 (広島大学)
for QCD-TARO Collaboration

1 : Introduction

2 : flow の求め方 ~ モンテカルロ繰り込み群 ~

3 : Swendsen's type blocking の扱い方

4 : 結果

4.1 : Strong coupling での flow

4.2 : Weak coupling での flow

5 : まとめ

# – The QCD-TARO Collaboration –

Ph. de Forcrand[a], M. García Pérez[b], T. Hashimoto[c], S. Hioki[d], H. Matsufuru[e], O. Miyamura[e], A. Nakamura[f], I.-O. Stamatescu[g,h], T. Takaishi[i] and T. Umeda[e]

[a] SCSC, ETH-Zürich, Switzerland

[b] Dept. Física Teórica, Univ. Autónoma de Madrid, Spain

[c] Dept. Appl. Phys., Fac. Engineering, Fukui Univ., Japan

[d] Dept. of Physics, Tezukayama Univ., Nara, Japan

[e] Dept. of Physics, Hiroshima Univ., Japan

[f] Res. Inst. for Inform. Sci. and Education, Hiroshima Univ., Japan

[g] Inst. Theor. Physik, Univ. of Heidelberg, Germany

[h] FEST, Heidelberg, Germany

[i] Hiroshima University of Economics, Japan

## Physical goals:

- MCRG and Improved Actions
- Finite Temperature QCD
- Finite Chemical Potential

# 1 : Introduction

## QCD-TARO's work

- **SU(3) pure gauge theory** の
  繰り込み群 **flow** の研究

$\Longrightarrow$ **coupling space** の構造の研究

$\Longrightarrow$ **Renormalized Trajectory** の探索

$\Downarrow$

長距離で連続極限と等しい性質を持つ作用

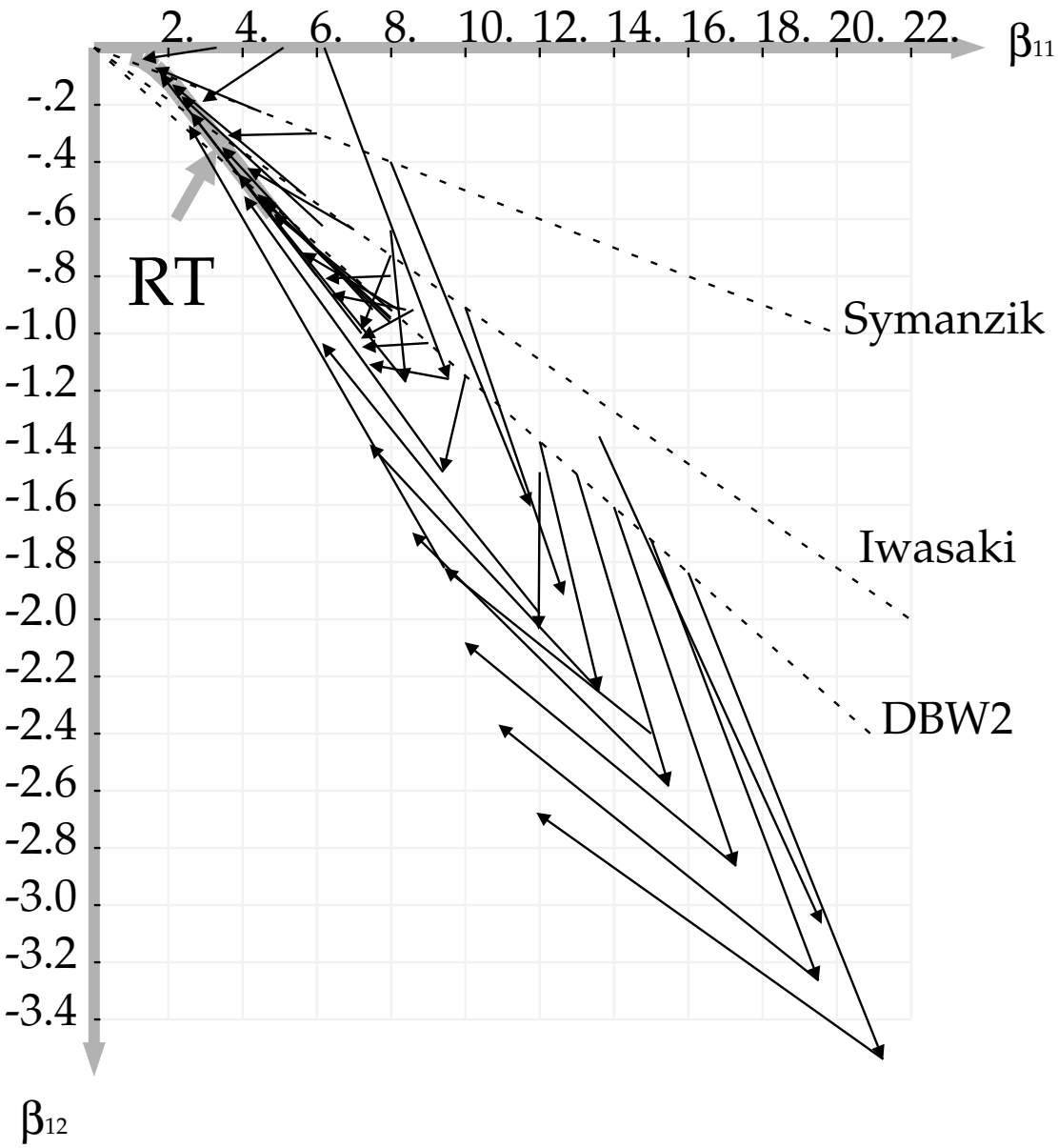
これまでは · · ·

- モンテカルロ繰り込み群を用いた
  繰り込み群 **flow** の研究
- **2 coupling space** での **RT** に近い作用
  を用いたスケーリングの研究
- 弱、強結合展開による繰り込み群 **flow** の
  解析的な計算
  - **simple blocking** の場合

$\Downarrow$

  - **Swendsen's type blocking** の場合

# モンテカルロ繰り込み群で求めた繰り込み群の flow



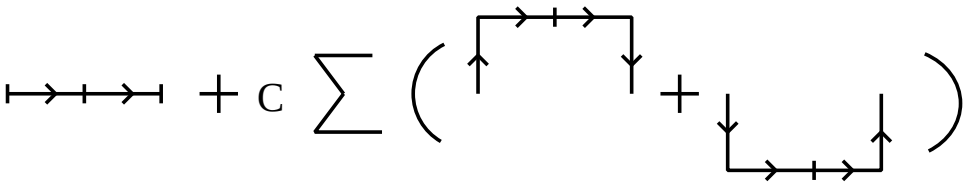

$$S = \Sigma(\beta_{11}\square + \beta_{12}\square\square)$$

# 2 : RG flow の求め方

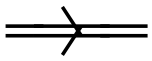
## ～ モンテカルロ繰り込み群 ～

**1. 格子の scale を変換する**

$\Longrightarrow$ **Blocking**



$\Downarrow$ **SU(3) の元への射影**



- $c = 0$ **: simple blocking**
- $c \neq 0$ **: Swendsen's type blocking**

**2. scale を変換した格子を再現する有効作用を求める**

$\Longrightarrow$ **Schwinger-Dyson 方程式を用いる**

$$\frac{8}{3}\mathrm{Re}\langle \mathrm{Tr}(U_l G_l^\alpha)\rangle = \sum_\gamma \frac{\beta_\gamma}{6}\{-\mathrm{Re}\langle \mathrm{Tr}(U_l G_l^\alpha U_l G_l^\gamma)\rangle + \mathrm{Re}\langle \mathrm{Tr}(G_l^\alpha (G_l^\gamma)^\dagger)\rangle - \frac{2}{3}\langle \mathrm{ImTr}(U_l G_l^\alpha)\mathrm{ImTr}(U_l G_l^\gamma)\rangle\}$$

# 3 : Swendsen's type blocking ($c \neq 0$) の扱い方

◎ SU(3) の元への射影

$\Longrightarrow$ **Polar decomposition**

$$V = \frac{B}{\sqrt{BB^\dagger}} \qquad B \notin SU(3)$$

$$V \in SU(3)$$

- 強結合領域 $\Longrightarrow$ $c$ についての摂動展開

$$V_\mu(n) \simeq (1 - 3/2c^2)P_0 + (c/2)\sum P_i - (c/2)\sum P_0 P_i^\dagger P_0$$
$$-(c^2/8)[\sum_{i\neq j} P_0 P_i^\dagger P_j + \sum_{i,j} P_i P_0^\dagger P_j + \sum_{i\neq j} P_i^\dagger P_j P_0]$$
$$+(3c^2/8)\sum_{i\neq j} P_0 P_i^\dagger P_0 P_j^\dagger P_0$$

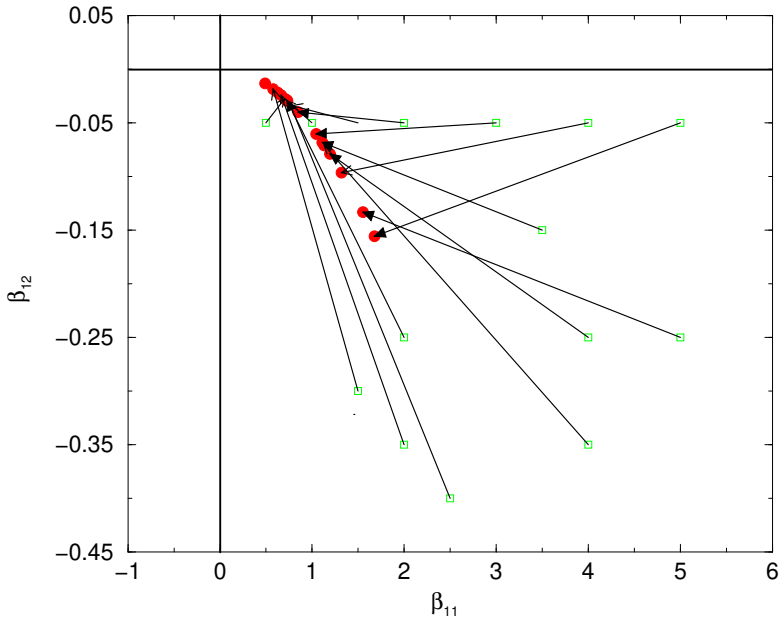
$$P_0 = U_\mu(n)U_\mu(n+\mu)$$
$$P_i = U_\nu(n)U_\mu(n+\nu)U_\mu(n+\nu+\mu)U_\nu(n+2\mu)^\dagger$$

- 弱結合領域 $\Longrightarrow$ $g$ についての摂動展開

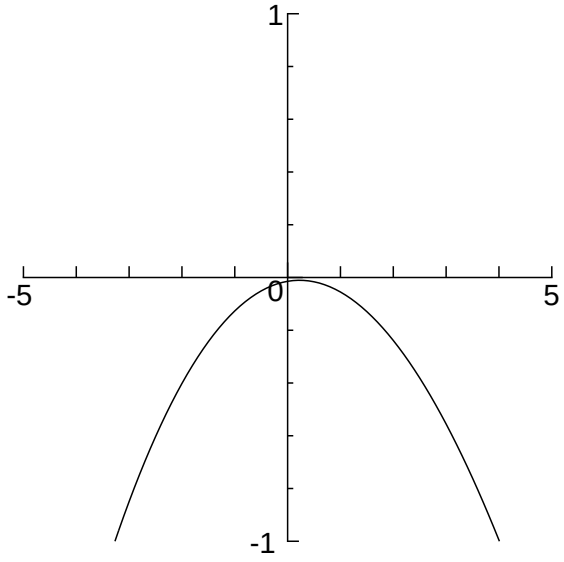
$$A'_\mu(x) \simeq \frac{1}{1+6c}[A_\mu(x) + A_\mu(x+\hat{\mu})$$
$$+c\sum_{\nu\neq\mu}\{A_\nu(x) + A_\mu(x+\hat{\nu}) + A_\mu(x+\hat{\nu}+\hat{\mu}) - A_\nu(x+2\hat{\mu})$$
$$-A_\nu(x-\hat{\nu}) + A_\mu(x-\hat{\nu}) + A_\mu(x-\hat{\nu}+\hat{\mu}) + A_\nu(x-\hat{\nu}+2\hat{\mu})\}]$$

# 4-1：強結合定数領域での flow

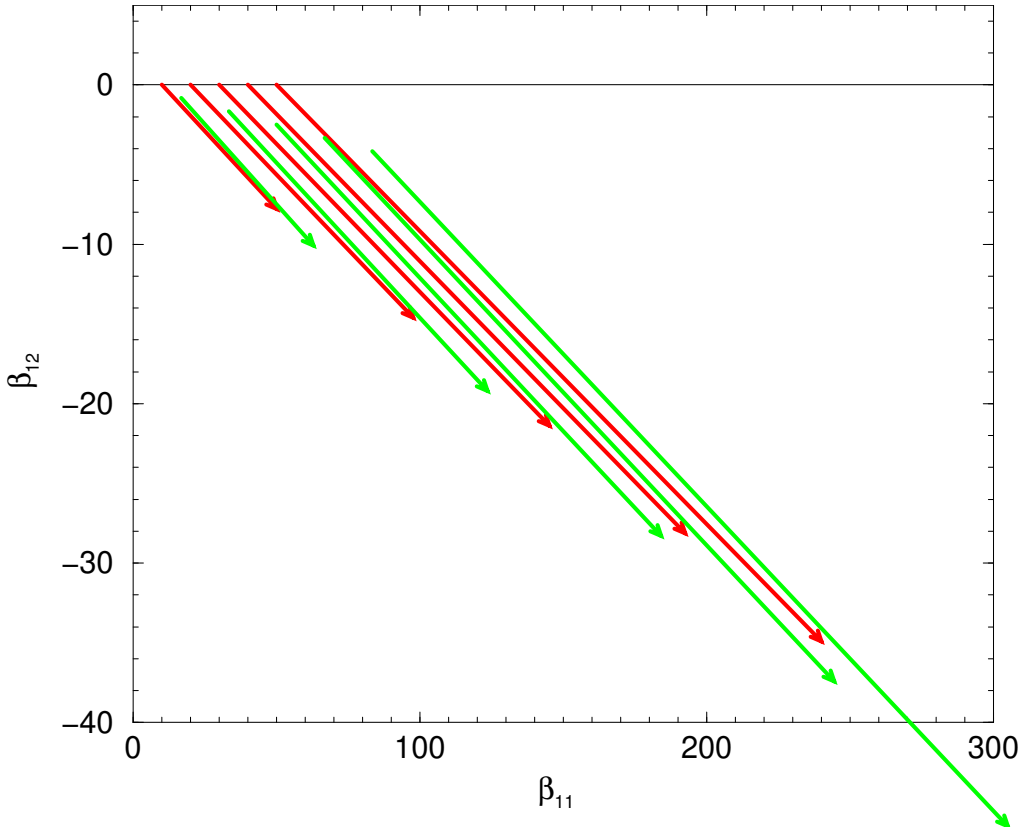
○ 強結合定数領域での flow

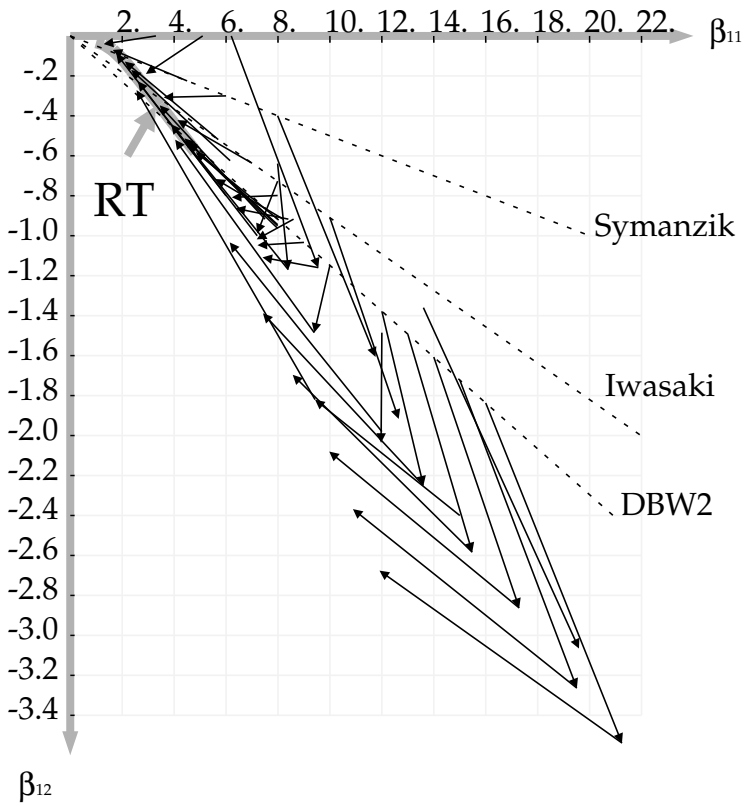



○ 強結合定数領域での RT



# 4-2：結果 弱結合領域での flow




2. 4. 6. 8. 10. 12. 14. 16. 18. 20. 22.
β11
-.2
-.4
-.6
-.8
-1.0
-1.2
-1.4
-1.6
-1.8
-2.0
-2.2
-2.4
-2.6
-2.8
-3.0
-3.2
-3.4
β12
RT
Symanzik
Iwasaki
DBW2

## — まとめ —

- 今回の発表では
  - **2 coupling space**
  - **Swendsen's type blocking**

  の場合において、強、弱結合展開という解析的な方法を用いて、繰り込み群の **flow** を調べた。

  ⇓

  強、弱結合領域での **flow** の振舞いが分かった。
- **2 coupling space** での格子間隔の構造を調べた。

## — 課題 —

- **Renormalized Trajectory** の決定
- **many coupling space** での **flow** の研究