

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.
Takaishiⁱ 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

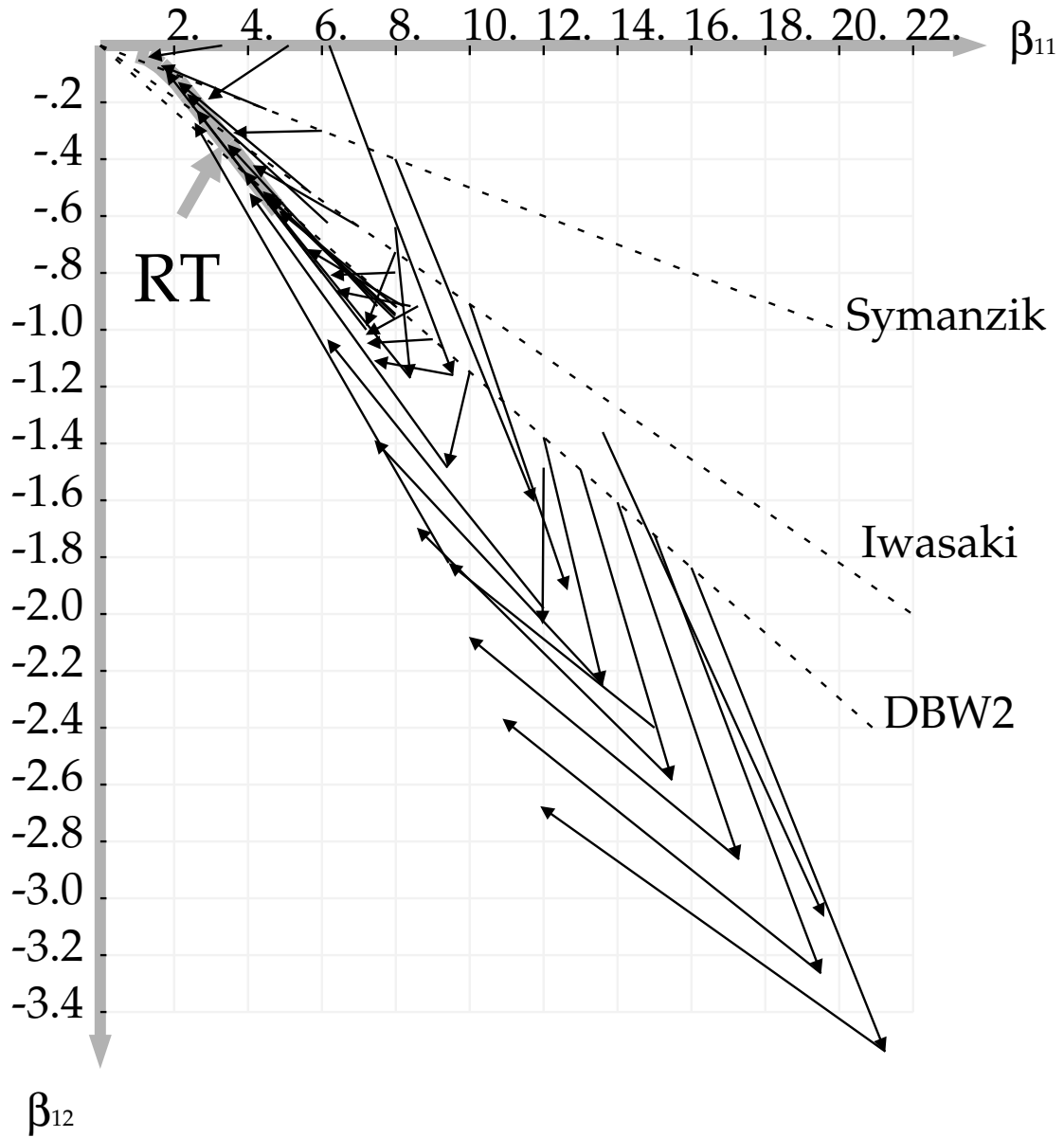
QCD-TARO's work

- $SU(3)$ pure gauge theory の
繰り込み群 flow の研究
⇒ coupling space の構造の研究
⇒ Renormalized Trajectory の探索
↓
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
↓
– 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



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

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

\Rightarrow **Blocking**

$$\begin{array}{c} \rightarrow\rightarrow\rightarrow + c \sum \left(\begin{array}{c} \uparrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow\downarrow \\ \downarrow\rightarrow\rightarrow\rightarrow\uparrow \end{array} \right) \\ \Downarrow \text{SU(3) の元への射影} \end{array}$$

\Rightarrow

- $c = 0$: 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

\Rightarrow **Schwinger-Dyson** 方程式を用いる

$$\begin{aligned} \frac{8}{3} \text{Re} \langle \text{Tr}(U_l G_l^\alpha) \rangle = & \sum_\gamma \frac{\beta_\gamma}{6} \{ -\text{Re} \langle \text{Tr}(U_l G_l^\alpha U_l G_l^\gamma) \rangle \\ & + \text{Re} \langle \text{Tr}(G_l^\alpha (G_l^\gamma)^\dagger) \rangle - \frac{2}{3} \langle \text{Im Tr}(U_l G_l^\alpha) \text{Im Tr}(U_l G_l^\gamma) \rangle \} \end{aligned}$$

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

◎ $SU(3)$ の元への射影

\implies **Polar decomposition**

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

$$V \in SU(3)$$

● 強結合領域 $\implies c$ についての摂動展開

$$V_\mu(n) \simeq (1 - 3/2c^2)P_0 + (c/2)\sum P_i - (c/2)\sum P_0P_i^\dagger P_0$$

$$- (c^2/8)[\sum_{i \neq j} P_0P_i^\dagger P_j + \sum_{i,j} P_iP_0^\dagger P_j + \sum_{i \neq j} P_i^\dagger P_j P_0]$$

$$+ (3c^2/8)\sum_{i \neq j} P_0P_i^\dagger P_0P_j^\dagger P_0$$

$$P_0 = U_\mu(n)U_\mu(n + \mu)$$

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

● 弱結合領域 $\implies g$ についての摂動展開

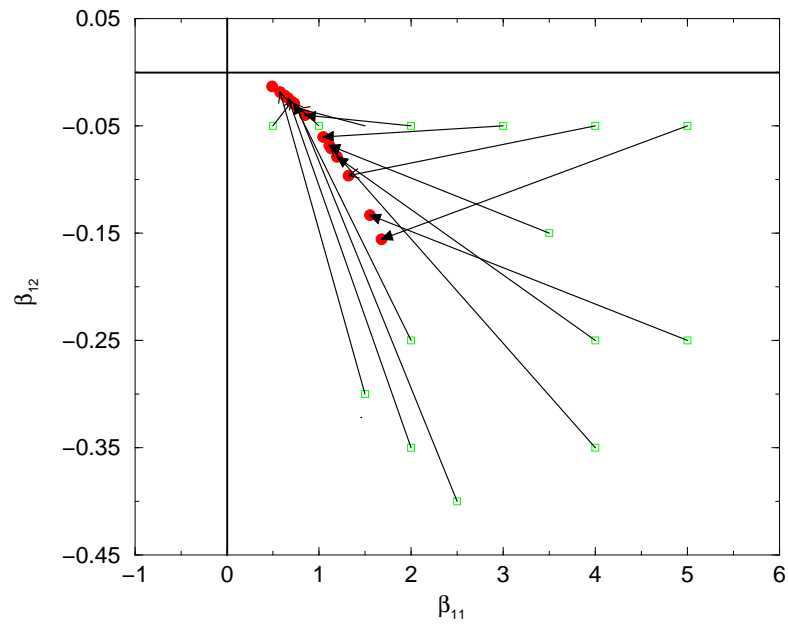
$$A'_\mu(x) \simeq \frac{1}{1 + 6c}[A_\mu(x) + A_\mu(x + \hat{\mu})$$

$$+ c \sum_{\nu \neq \mu} \{A_\nu(x) + A_\mu(x + \hat{\nu}) + A_\mu(x + \hat{\nu} + \hat{\mu}) - A_\nu(x + 2\hat{\mu})$$

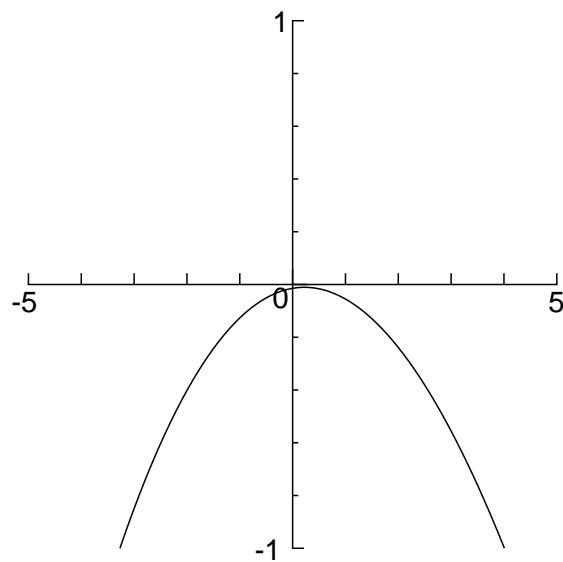
$$- A_\nu(x - \hat{\nu}) + A_\mu(x - \hat{\nu}) + A_\mu(x - \hat{\nu} + \hat{\mu}) + A_\nu(x - \hat{\nu} + 2\hat{\mu})\}]$$

4-1 : 強結合定数領域での flow

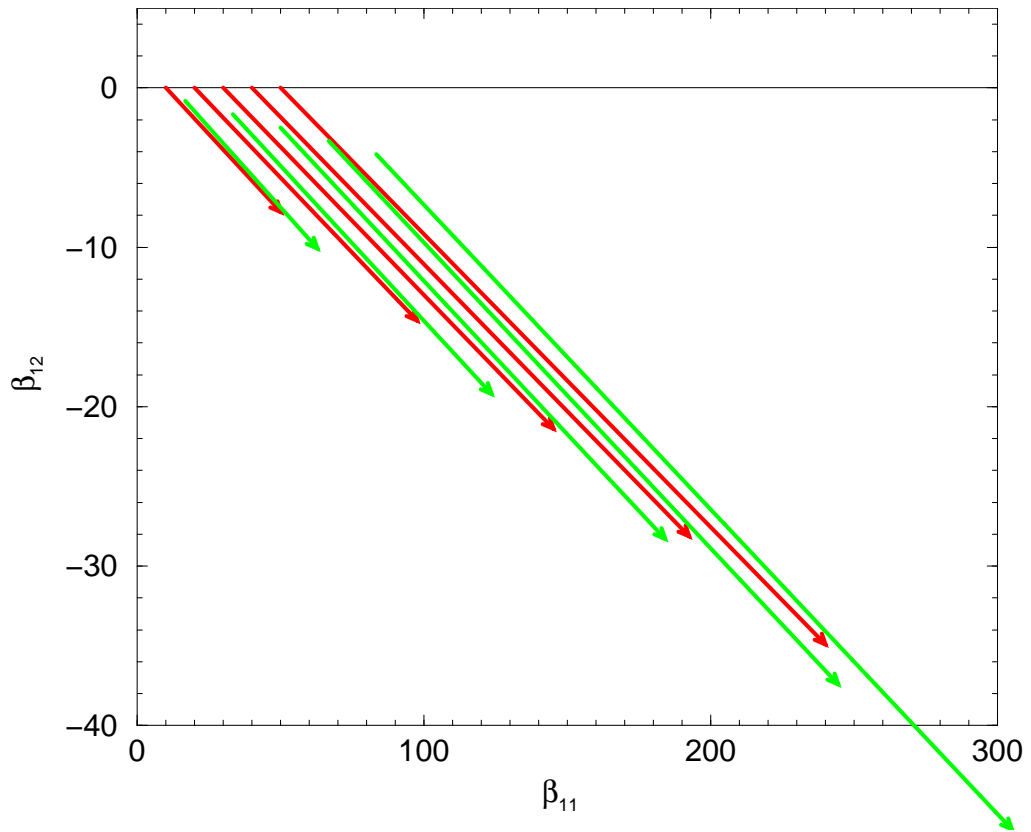
○ 強結合定数領域での flow

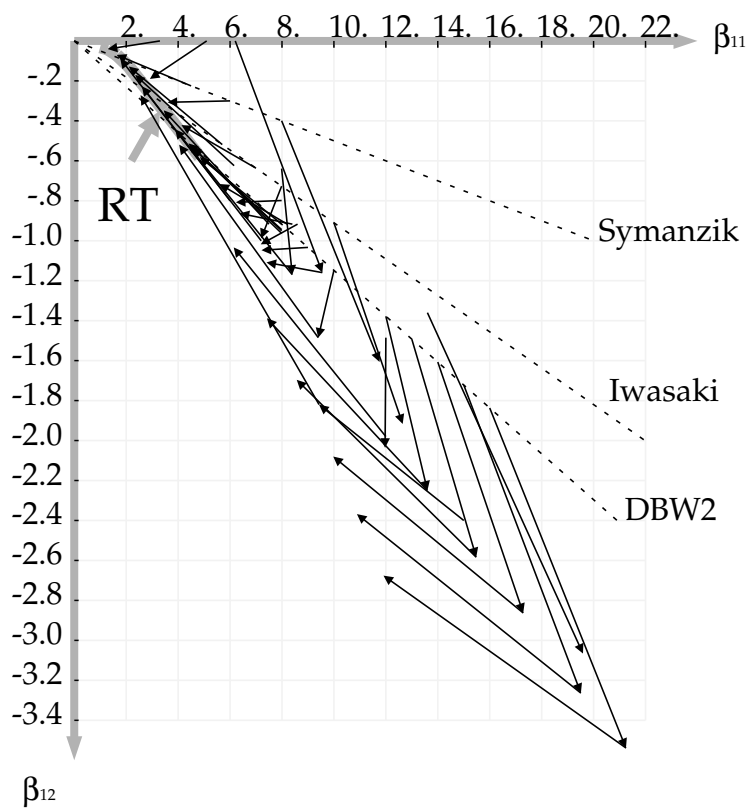


○ 強結合定数領域での RT



4-2 : 結果 弱結合領域での flow





— 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