走りの符号を決めているのは、群が可換かどうか一点である

— 電磁気は低いエネルギーで凍り、強い力は発散する — 分離子は、随伴表現のカシミアが 0 か正か — [論文1059]

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)
Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan｜山岸勇輝ラボ
2026年9月（第2版）

— From thinking to syncing. —

要旨

論文1057 は、電磁気の結合が低いエネルギーで凍る仕組みを測り、扱うのはレプトン三種だけだと書いた。本稿は、そこへクォークとグルーオンを入れると何が変わるかを測る。新しい定理も法則も主張しない。

第一に、これが本稿の芯である。符号を反転させているのは、ただ一つの項である――一ループの係数は二つの項の引き算で、前の項に立つのは随伴表現のカシミアである。それは可換群でちょうど 0 になる。粒子の数を一つも変えずにその値だけを 0 から 3 にすると、係数は −4.000000 から +7.000000 へ符号ごと入れ替わる（第2節・第3節）。

第二に、符号が変わる境目は、クォークの種類の数である――境目は 11N/2 で、SU(3) なら 16.5 ちょうどである。種類を 16 にすると +0.333333、17 にすると −0.333333 になる。自然の 6 はその下にある（第3節）。

第三に、同じ幅のエネルギーで、二つの結合はまったく違う動き方をし、向きも逆である――電磁気の結合は 1/α が 137.035999177 から 128.939785 へ動いて比は 1.062790660 倍にとどまるが、強い結合は 1 GeV と Z ボソンの質量とで 2.859843602 倍違う。しかも電磁気は高いほうで強くなり、強い力は高いほうで弱くなる（第5節）。

第四に、低いエネルギーでの終わり方も逆である――電磁気はいちばん軽い荷電粒子の質量が床を作って止まるが、強い力は逆数が 2.960791、2.115022、0.996975、0.373672 と 0 へ向かい、式そのものが使えなくなる。前者は値が止まり、後者は式が壊れる（第6節）。

第五に、重い粒子が抜ける効きは両方に在るが、抜けたあとに残るものが逆である――クォークが一種類抜けるごとに係数は 0.666666667 増えて走りが速くなり、1 GeV での強い結合は 0.290729 から 0.499221 へ大きくなる（第7節）。

第六に、論文05 が書いた式と同じものであることを確かめた――5 の書き方と本稿の書き方は種類 3 から 6 の四通りで一致し、5 が報告した一ループの値 88 MeV を 88.3451 MeV として独立に再現した。値は 5 の結果であり、本稿が新しく出したものではない（第4節）。

キーワード：漸近的自由、ベータ関数、随伴表現のカシミア、結合定数の走り、デカップリング、非可換ゲージ理論。

本稿の射程（射程注記）：新しい定理も法則も主張しない——一ループのベータ関数の形、漸近的自由、遮蔽と反遮蔽、重い場が低いエネルギーで効かなくなることは、いずれも標準的である。閉じ込めを導かない——結合が大きくなることと、クォークが取り出せないこととは別の主張である。後者には格子の計算が要り、本稿は立ち入らない。カイラル対称性の破れを扱わない——ハドロンの質量の起源は主題ではない。二ループ以上を扱わない——論文29 が書いたとおり、これらの係数は高次の補正を受ける。本稿の数はすべて一ループの近似である。強い相互作用の値を新しく出さない——発散する場所の値は論文05 が種類ごとに出している。本稿はそれを独立に再現して一致を確かめるだけである。強い力が凍らないとは書かない——凍らないのではなく、終わり方が別である。格子の計算を借りない——ここで使うのは一ループの式と、文献から借りた二つの入力だけである。既刊との関係：論文1057 の射程注記は、ハドロンも束縛状態も入れないと書き、扱うのはレプトン三種だけだとした——本稿はその席に座る（先客なし）。そこへクォークとグルーオンを入れると、符号が反転する。論文05 は、次元転移を扱い、一ループの係数を N と種類の数で書き、発散する場所を種類ごとに出した——本稿はその式と値を引き、加えるのは符号の側である。論文29 は、これらの係数が高次の補正を受けることを書いた——本稿の一ループはその注意の内側にある。論文1056 は、微細構造定数が単位では動かずエネルギーで動くことを示した——ここではその動きを、もう一つの結合の動きと並べる。論文1058 は、厳密という語が二つの別のことを指すと示した——どちらの結合もそのどちらにもならない量である。論文110 は、リッチ・フローがくりこみ群フローであることを示した——あちらは幾何が走る側、こちらは結合が走る側である。論文300 は、同根か別根かは判定できると示した——その規律に従い、二つの走りを同根とは呼ばない。加えたのは、符号を反転させているのがカシミアの項ただ一つだと、粒子の数を変えずに示したこと、境目が種類の数 11N/2 であることを両側で確かめたこと、同じ幅のエネルギーで二つの結合の動きを並べ、向きが逆だと数で示したこと、低いエネルギーでの終わり方が「止まる」と「壊れる」に分かれると示したこと、重い粒子が抜ける効きが両方に在るのに、残るものが逆だと書いたことである。

1. 設定と問い

設定：論文1057 は、電磁気の結合が低いエネルギーで止まる仕組みを測った。止めているのは、いちばん軽い荷電粒子の質量である。そして射程注記で、扱うのはレプトン三種だけだと書いた。

問い：では、クォークとグルーオンを入れたらどうなるか。強い相互作用の結合は、電磁気とは逆に、高いエネルギーで弱くなることが知られている。この符号の違いは、どこから来るのか。

本稿はその一点だけを測る。閉じ込めも、ハドロンの質量も扱わない——符号がどこで決まるかだけを見る。

2. 一ループの係数は、二つの項の引き算である

一ループのベータ関数の係数は、次の形に書ける。

$$\beta_0 = \frac{11}{3} C_A - \frac{4}{3} T_F n_f$$

C_A は随伴表現のカシミアで、SU(N) では N、可換群ではちょうど 0 である。n_f は電荷を持つ物質の種類の数である。β_0 が正なら高いエネルギーで弱くなり、負なら強くなる。

群	カシミア	種類の数	係数	高いエネルギーで
U(1)（電磁気）	0.0	3.0	−4.000000	強くなる
SU(2)	2.0	6.0	3.333333	弱くなる
SU(3)（強い力）	3.0	6.0	7.000000	弱くなる
SU(3)（種類 5）	3.0	5.0	7.666667	弱くなる
SU(3)（種類 3）	3.0	3.0	9.000000	弱くなる

可換群では -4.000000、SU(3) では $+7.000000$ である。対照：種類の数を 0 にしても、可換群の係数は正にならない——0 のままである。前の項が最初から無いからである。

3. 符号を反転させているのは、カシミアの項だけである

二つの項のどちらが効いているのかを、動かして確かめる。粒子の数はそのままにして、カシミアだけを 0 から 3 にする。

種類 6 のまま：-4.000000 から $+7.000000$ へ、符号ごと入れ替わる。電磁気の粒子数（種類 3）でも同じで、-4.000000 から $+7.000000$ になる。

⇒ 符号を決めているのは、粒子の数ではなくカシミアである。そしてカシミアが 0 になるのは、群が可換のときだけである。

では、粒子を増やせば符号を戻せるか。境目を解くと $n_f = 11N/2$ になる。

群	境目の種類の数	自然の種類の数
SU(2)	11.0	—
SU(3)	16.5	6
SU(4)	22.0	—

境目の両側を確かめた。種類 16 で $+0.333333$、16.5 でちょうど 0、17 で -0.333333 である。自然の 6 は境目の下にあり、そのおかげで強い力は高いエネルギーで弱くなる。

4. 論文05 が書いた式と、同じものである

論文05 は、次元転移を扱い、一ループの係数を $(11N - 2n_f)/3$ と書き、発散する場所を種類ごとに出した——種類 3 で 246、4 で 153、5 で 88 MeV である。

本稿の書き方と 5 の書き方が同じ式かを確かめた。種類 3 から 6 の四通りで、差は 10^{-12} 以内である。

発散する場所も独立に計算した。種類 5 の一ループで 88.3451 MeV——論文05 が報告した 88 MeV と一致する。検算として、その値を式に入れると逆数がちょうど 0 になる。

⇒ この値は論文05 の結果であって、本稿が新しく出したものではない。本稿が引くのは式と値で、加えるのは符号の側である。論文29 が書いたとおり、これらの係数は高次の補正を受ける——本稿の数はすべて一ループの近似である。

5. 同じ幅のエネルギーで、動き方も向きも違う

二つの結合を、同じ幅のエネルギーで並べる。

Q（GeV）	強い結合（一ループ）	
91.1876	0.118100000	Z ボソンの質量
10.0000	0.173298875	
5.0000	0.203061843	
2.0000	0.262704297	
1.0000	0.337747529	

1 GeV と Z ボソンの質量とで、強い結合は 2.859843602 倍違う。論文1056 は、電磁気の側で $1/\alpha$ が 137.035999177 から 128.939785 へ動くことを出した——結合そのものの比にすると 1.062790660 倍、相対の動きは 0.059080929 である。

比の比は 2.6909 である。そして向きも逆である——電磁気は高いほうで強くなり、強い力は高いほうで弱くなる。

6. 低いエネルギーでの終わり方も、逆である

論文1057 は、電磁気の遮蔽が低いエネルギーで Q の二乗で落ちて止まることを測った。止めているのは、いちばん軽い荷電粒子の質量である。強い力の側で同じところを見る。

Q（GeV）	強い結合	その逆数
1.000	0.337748	2.960791
0.500	0.472808	2.115022
0.200	1.003034	0.996975
0.120	2.676147	0.373672

逆数は **2.960791**、**2.115022**、**0.996975**、**0.373672** と単調に 0 へ向かう。0 に着いたところで結合は発散し、この式は使えなくなる。

⇒ 電磁気は値が止まり、強い力は式が壊れる。どちらも「低いエネルギーで走りが終わる」と言えるが、終わり方は逆である。論文300 は、同根か別根かは判定できると示した——この二つは、同じ一ループの式の符号違いであって、終わり方としては別物である。

⛔ ここで言えるのは、一ループの式が使えなくなることだけである。クォークが取り出せないことは、これとは別の主張であって、本稿は導かない。

7. 重い粒子が抜ける効きは両方に在るが、残るものが逆である

エネルギーを下げていくと、重いクォークは順に効かなくなる。そのぶん係数が変わる。

種類の数	係数	1 GeV での強い結合
6	7.000000	0.290729
5	7.666667	0.337748
4	8.333333	0.402908
3	9.000000	0.499221

一種類抜けるごとに、係数はちょうど **0.666666667** 増える。増えるほど走りは速くなり、**1 GeV** での結合は **0.290729** から **0.499221** まで大きくなる。

論文1057 は、電磁気で同じことを測った——電子より軽い荷電粒子が無いので、そこで遮蔽が止まる。仕組みは共通である。

だが結果は逆である。電磁気では、相手がいなくなると走りが止まる。強い力では、相手がいなくなると走りが速くなる——前の項が残るからである。

8. 分離子：群が可換か、非可換か

	カシミア	低いエネルギーで	高いエネルギーで
電磁気（可換）	0.0	凍る	ゆっくり強くなる
強い力（非可換）	3.0	発散する	弱くなる

二つの違いは、この一列目に還元できる。カシミアが **0** なら遮蔽だけが残り、正なら反遮蔽が勝つ。そしてカシミアが **0** になるのは、群が可換のときだけである。

論文1058 は、厳密という語が二つの別のことを指すと示した——ここに出た二つの結合は、そのどちらでもない。定義で固定できず、整数でもなく、しかも動く。**論文110** は、リッチ・フローがくりこみ群フローであることを示した——あちらは幾何が走る側で、こちらは結合が走る側である。

結び

結び：走りの符号を決めているのは、群が可換かどうか一点である。符号を反転させているのはカシミアの項ただ一つである——粒子の数を一つも変えずにその値を **0** から **3** にすると、係数は **−4.000000** から **+7.000000** へ符号ごと入れ替わる。境目はクォークの種類の数である——**11N/2** で、**SU(3)** なら **16.5** ちょうど。種類 **16** で **+0.333333**、**17** で **−0.333333** になり、自然の **6** はその下にある。同じ幅のエネルギーで、動き方も向きも違う——電磁気の結合の比は **1.062790660** 倍（相対 **0.059080929**）にとどまるが、強い結合は **2.859843602** 倍違い、しかも高いほうで弱くなる。低いエネルギーでの終わり方も逆である——電磁気は質量が床を作って値が止まり、強い力は逆数が **0.373672** まで **0** へ向かって式が壊れる。重い粒子が抜ける効きは両方に在る——一種類抜けるごとに係数は **0.666666667** 増え、**1 GeV** での結合は **0.290729** から **0.499221** になる。仕組みは共通だが、残るものが逆である。**論文05** の式と同じものである——四通りで一致し、**5** が報告した **88 MeV** を **88.3451 MeV** として再現した。値は **5** の結果であり、本稿が加えたのは符号の側である。正直に書く——すべて一ループの近似であり、閉じ込めもハドロンの質量も導いていない。言えるのは、符号がどこ

で決まるかだけである。分離子——随伴表現のカシミアが 0 か正か。0 なら遮蔽だけが残って低いエネルギーで凍り、正なら反遮蔽が勝って低いエネルギーで発散する。

改訂記録

第2版（2026年9月）：電磁気の側の微細構造定数を、CODATA 2018 の推奨値から CODATA 2022 の推奨値に替えた（逆数は **137.035999084** から **137.035999177** へ。論文1056 の第2版と同じ値）。変わったのは電磁気の結合の比の末尾だけで（**1.062790659** 倍から **1.062790660** 倍へ）、走りの符号を決めているのが群が可換かどうかであるという結論も、ほかの数も変わらない。

参考文献

1. Gross, D. J., & Wilczek, F. (1973). Ultraviolet behavior of non-abelian gauge theories. *Physical Review Letters*.
2. Particle Data Group (2022). *Review of Particle Physics*. Progress of Theoretical and Experimental Physics.
3. Peskin, M. E., & Schroeder, D. V. (1995). *An Introduction to Quantum Field Theory*. Addison-Wesley.
4. Politzer, H. D. (1973). Reliable perturbative results for strong interactions? *Physical Review Letters*.
5. 山岸勇輝 (2026).『ヤン=ミルズ質量ギャップと次元転移』[論文05]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21404236
6. 山岸勇輝 (2026).『山岸・アドラー・バーディーン ノート』[論文29]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21601581
7. 山岸勇輝 (2026).『リッチ・フローはくりこみ群フローである』[論文110]. Zenodo. 10.5281/zenodo.21837476
8. 山岸勇輝 (2026).『三百本目の点呼 ── 同根か別根かは、判定できる』[論文300]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22171914
9. 山岸勇輝 (2026).『微細構造定数は単位では動かず、エネルギーで動く』[論文1056]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22905436
10. 山岸勇輝 (2026).『137 を凍らせているのは数ではなく、一つの質量である』[論文1057]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22905687
11. 山岸勇輝 (2026).『「厳密」は二種類あり、片方は単位が決め、片方は連続変形が動かさない』[論文1058]. Zenodo. 10.5281/zenodo.22914785

— From thinking to syncing. —

山岸 勇輝 (Yuuki YAMAGISHI)

© 2026 Yamagishi Complexity Torus Lab, Japan · Licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)