第二巻　存在 — 公開された構成を読む

第 11 部 多段の評価と大きい場

Kiichi, Shiori and Rin · 2026-11-14 の版 · https://computoergosum.com/principia/yang-mills/

> この PDF は Web 版の各章をそのまま刷ったものです。動かせる図は刷った時点の姿で止まっています。章の間のリンクは Web 版へ飛びます。最新の内容は Web 版に在ります。

章		頁
11-00	入口 — 帰納の仮定と一段の証書	2
11-01	各段の密度の形と帰納の仮定	9
11-02	一番細かい段 — 裸の Wilson の重みを表示に分ける	16
11-03	一段の作用の分解と区画	21
11-04	種一つあたりのエネルギー	28
11-05	値段の配分と塊の和	35
11-06	粗い段の活動の組み直し	41
11-07	帳簿の換算と、段を跨ぐ持続	46
11-08	暦 — 定数を選ぶ順	52
11-09	小さい場の一段	58
11-10	固定した段の収束と、段を外す一段	67
11-11	この部で読めていない所	76

入口 — 帰納の仮定と一段の証書

この章は案内です。§02 は第二巻での引用の水準の約束、§05 は本書の検討です。

この章で分かること — 公開された構成が、段 N（裸の Wilson の測度）から段 0（間隔 1）まで繰り込みを重ねるときに、各段で保つ「帰納の仮定」と、一段ごとに出す「一段の証書」の形です。二つは強さの違う帳簿を持ちます。この部の十一の章が、その仕組みのどこを扱うかを表にします。

前提となる章 — 9-01 ブロックの核（一段の確率の核）、9-06 密度の表示、9-07 小さい場の閾と、切った作用、10-04 射撃法、10-05 辺を育てる理由と暦。

先に言うこと — この部が書くのは、公開された構成の定義と言明を、本書が源で読んだ範囲です。公開された構成の結果の確かさは「Lean で証明されている、と委員会が評価した」水準で、本書が確かめたのは定義と言明の形までです。読めていない所が多く残ります（11-11）。この部は、質量ギャップや無限体積での一意性について何も言いません。

この章の順序

1. この部が読むもの — 段を下りる帰納の、三つの部品。
2. 引用の水準と札 — 源 推 評 と、どの目標に入る言明か。
3. 二つの帳簿 — 帰納の仮定は弱く、一段の証書は強く。
4. この部の地図 — 十一の章と主な宣言。
5. 本書の検討で見えていたこと — 領域を積み上げる形との違い。
6. 読めていない所 — 一覧は 11-11 に。

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

01

この部が読むもの

公開された構成は、間隔 $a_N = 1/D_N$ の格子の Wilson の測度から出発し、ブロックの辺 $b_{N-1}, \dots, b_0$ の繰り込みを順に施して、間隔 $a_0 = 1$ の段 0 まで下ります。一段は決まった写像ではなく、確率の核です（9-01）。段 m の格子の配位 V の上に、正規化していない密度 $\rho_{N,p,m}(V)$ が載り、段の間は押し出しの等式でつながります[源]。

$$\rho_{N,p,m}(V) = \int T_{\beta_{m+1}}(U,V)\,\rho_{N,p,m+1}(U)\,dU, \qquad \rho_{N,p,N} = e^{-\beta_N S_{\mathrm{W}}}. \tag{1}$$

ここで p は体積の番号、T_β は一段の核、dU は確率の Haar の積です。式 (1) は等式で、近似ではありません。この部が読むのは、この等式の列を「評価つきで」運ぶための三つの部品です。

1. **帰納の仮定**：どの段の密度も同じ形の表示を持ち、その材料に段ごとの帳簿が掛かっていること（11-01）。
2. **一段の証書**：段 $m+1$ の表示から段 m の表示を作り、式 (1) と帳簿を出すこと。大きい場（11-02〜11-08）と小さい場（11-09）に分かれます。
3. **固定した段の収束**：段 m を止めて $N \to \infty$ としたとき、表示の材料が列の全体で収束し、そこから格子の相関が収束すること（11-10）。

02

引用の水準と札

第二巻は、2026 年 11 月に公開された純粋ヤン–ミルズの存在の構成の Lean の源（リポジトリ `yang-mills-group/OpenAI-YM-20261028`、Apache-2.0）と、委員会の評価書（`yang-mills-group/YM` の `docs/assessment-1.pdf`、2026-11-10）を引用して読みます。

確かさの水準。委員会は、17 の見出しの定理の依存に入る宣言（約 10 万）が新しく初期化した Lean の核の環境（固定した外部の版を読み込んだもの）で検査し直され、許された三つの公理だけを使うことを記録しています[評]（評価書 §9.1）。公開の定理 `YangMills.jointExistence` と、委員会自身の結合の目標 `YMReview.Acceptance.combined_acceptance` は、別の比較の道具（Comparator）も通っています[評]（評価書 §9.2）。評価書は、別の核の実装は使っていないとも書いています[評]（§9.2）。したがって、この部で「公開された構成の言明」と書くものは、**Lean で証明され**

ている、と委員会が評価した水準の結果です。本書が自分で確かめたのは、定義と言明の形を源で読んだことまでです。証明の中身は、要所しか読んでいません。

札は 6-00 の凡例のとおり、源（公開された構成の源の定義か言明を読んだ）・推（本書の推し量り）・評（委員会の評価書による）の三つです。源 は証明が正しいことを保証しません。それは委員会の評価の水準です。

どの目標に入る言明か。検証の記録（`verification/declaration-usage.tsv`）は、各宣言が 17 の見出しの定理のどれかの依存に入るか（used）、入らないか（outside）を記します。used は「公開の定理が使う」という意味ではありません。6-00 は目標を五つに分けます（公開の定理・構成の定理・委員会の結合の目標・見出しの定理のどれかから届く・依存の外）。この部の宣言の多くは、前の三つの結論そのものではなく、その証明の部品です。そこでこの部では、次の三つの書き方で、どこまで確かめたかを示します。一つ目は、構成の定理（と、それを射影として含む公開の定理）の証明の鎖に、字面で辿って載ることを確かめたもの、二つ目と三つ目は 6-00 の後の二つの区別そのものです。

書き方	意味	例
存在の定理の鎖に載る	`Nonperturbative.existence`（構成の定理 `constructed` が呼ぶ）から、宣言の字面で辿って確かめた	`rodB` → `Roof.Lyrics.supplier` → … → `Return.reset`、`Window.allB`、`sailsW`、`realUV`
見出しの定理のどれかから届く	記録の used。存在の定理の鎖に載るかは確かめていない	大きい場の補題の多く（記録の上の証人は `SharpGram.habitat`）
依存の外	記録の outside。主な結果の証明に使われていない	`Remainder.hole_price`、`Directed.holding`

出典は「ファイルのパス（リポジトリの根からの相対。版は 6-00 の凡例のとおり）・宣言の名・行」で書きます。行は本書が源を開いて確かめたものです。

03

二つの帳簿

段 m の基準の結合を $\hat{\beta}_m = \bar{\beta} + s\log(1/a_m)$（$s = 11C_g/(24\pi^2)$ は一ループの傾き）、$\hat{g}_m = \hat{\beta}_m^{-1/2}$、超多重対数の量を $P_m = \exp\left((\log\log\hat{\beta}_m)^2\right)$ と書きます（暦 `Calendar`、`YM/RG/History.lean:64-90`）源。小さい場の閾は $t_m = \hat{g}_m P_m$ です。

帰納の仮定 `History.Conv`（`YM/RG/History.lean:213`）は、段 m の表示に次を要求します 源。

- 正則な活動（小さい場の補正）の帳簿 $\le \hat{g}_m^{11/5}$（`allowance`、:84）。

- 強制された活動（大きい場の補正）の帳簿 $\le \exp(-P_m^{1/5})$（`forcedAllowance`、:85）。
- 結合が帯の中：$\beta_m \in [\hat{\beta}_m/2,\, 2\hat{\beta}_m]$。

一段の証書 `Directed.Move`（`YM/PCalc/Band.lean:49`）は、段 $m+1$ の表示 v と段 m の表示 u について、押し出しの等式 $u.\mathrm{eval} = \mathrm{push}_{\beta_v}(v.\mathrm{eval})$ と、帰納の仮定の形（弱い帳簿）に加えて、強制された活動について**強い**帳簿を言います源。

$$\text{帰納の仮定：}\ \|K\| \le e^{-P_m^{1/5}}, \qquad \text{一段の証書：}\ \|K\| \le e^{-g\,P_{m+1}^2}. \tag{2}$$

ここで $\|K\|$ は被覆の重みつきの点ごとの和（`KBound`、`YM/RG/Activities.lean:102`）、$g > 0$ は暦が段ごとに選ぶ定数です。強い帳簿は、その段の大きい場の値段（一段の積分から種一つあたりに出る因子 $e^{-c_E P^2}$ の指数。種は 11-03、印は 11-05 で定義）から作り直されます（11-05）。弱い帳簿へは、P の指数を落とす一行の不等式で移ります（11-07）源。

帰納の仮定は弱い帳簿だけを運び、一段の中で強い見積もりを作り直してから弱い帳簿へ緩めます。強い帳簿を次の段の仮定として運ぶ必要はありません推。弱い帳簿も段 m の関数で、毎段作り直されます。段に一様に成り立たせる条件は、暦の定数（β の入口、辺の下限など）の側で払っています（11-08）源。

04 この部の地図

章	主題	主な宣言（源）	目標への載り方
11-01	各段の密度の形と帰納の仮定	`Rep` ・ `Rep.eval` ・ `Conv` ・ `Transfer` ・ `Selected`	存在の定理の鎖の対象（`Makes` が `Selected` を含む）
11-02	一番細かい段	`WilsonStartup.due_eq`	見出しの定理のどれかから届く
11-03	作用の分解・種の型・区画・一の分割	`Tube.locates` ・ `Stores` ・ `Seeded` ・ `Plot` ・ `Allocation`	見出しの定理のどれかから届く
11-04	種一つあたりのエネルギー	`Bid.Crowds` ・ `Seals` ・ `Lapse` ・ `Teller.Grants`	見出しの定理のどれかから届く
11-05	値段の配分と塊の和	`Buy.quote` ・ `Cash.armK`	見出しの定理のどれかから届く
11-06	粗い段の活動の組み直し	`ThinP` ・ `ThickP` ・ `Collection.vac`	見出しの定理のどれかから届く

章	主題	主な宣言（源）	目標への載り方
11-07	帳簿の換算と段を跨ぐ持続	`Time.late_force`・`Postage.saved`・`Time.now`	見出しの定理のどれかから届く
11-08	暦 — 定数を選ぶ順	`Supply.Large`・`Bid.pricing_order`・`Calendar.Fits`	見出しの定理のどれかから届く
11-09	小さい場の一段	`Return.earnings`・`atlas`・`Local.actual`・`Return.reset`	`reset` まで存在の定理の鎖
11-10	固定した段の収束と、段を外す一段	`Window.allB`・`accord`・`Flux.fanned`・`Sever.echoes`・`Rising.arrives`	存在の定理の鎖
11-11	読めていない所の一覧	—	—

読む順は表の順を勧めます。大きい場の章（11-02〜11-08）を飛ばして、11-01 から 11-09・11-10 へ進んでも、筋は追えます。

記号の対応

第 9〜11 部の章は、それぞれ源の字に近い記号で書いたので、同じ対象が章によって別の字になっている所と、同じ字が章によって別の対象を指す所が在ります。読むときの対応を一つの表にまとめます。

対象	第 9・10 部	第 11 部	注
Wilson の作用	S_{W}（9-06・10-01）	S_{W}（式 (1)）。11-02 の式 (1) は面ごとの値段の和 $\sum_{\square}\mathrm{price}(U_{\square})$ で書く	同じもの。どちらも β を掛ける前の面の和で、重みは β を掛けて指数に入れます（A-01 §05 の S_W は β を含めた形で書いています）
小さい場の閾	t_m（段 m）、t_{m+1}（段 $m+1$）（9-07）	章によって t_m・τ・t・t_y	11-01 の閾の字の対応の表
被覆の尺度	$B_m = \lceil(\log\hat{\beta}_m)^2\rceil$（9-06・9-07）	B_m（11-01・11-08・11-10）、$R=\mathrm{radiusB}(x)$（11-03・11-04。$x=\hat{\beta}_m$ で B_m と同じ値）	9-02〜9-04 の $R=(J+3)L$ はパッチの半径で、別の量
核の離散の選び（枠の札と道の札の組）	τ（9-01〜9-05：$P(\tau\mid U)$、$Q_b(U,\tau)$）	k（11-03・11-04：$Q=Q(U,k)$）	11-06 の k は融合の指数で、別の量
精度の行列の中の、予測子の線形化	Q（9-01：$K+c_{\mathrm{pen}}Q^{\mathsf{T}}Q$）	Π（11-09：$K+c_{\mathrm{pen}}\Pi^{\mathsf{T}}\Pi$）	同じ行列（`FreeResolvent.baseMatrix`）。9-04 の Π_G は群への射影で、別のもの
表現の次元	d_G（9-01・10-01）	d（11-01・11-02）	11-05・11-10 の d は次数で、別の量

対象	第 9・10 部	第 11 部	注
結合の補正（一ループの予測からのずれ）	d（10-02 の (1)、10-03 の読み直しの方程式の根）	$u = \beta_F -$ 予測子 と Δ（11-09）	同じ量（11-09 §06）
一段の証書の強い帳簿の係数	—	g（式 (2)、11-08）、d（11-07。源の `late_force` の字）	同じ係数。11-10 の g_m は一段の結合のずれで、別の量
表示の欄の名	主な作用・切りの母数・帳簿の点・支え（9-06）	道の作用・切りの定数・予算の点・台（11-01 以降）	同じもの

05

本書の検討で見えていたこと

本書の検討は、紫外の側を「ブロック写像の鎖」として扱い、大きい場の領域を段ごとに積み上げて以後固定する形（Bałaban の型）で考えていました。そこで開いていたのは、ブロック写像で形の変わらない配位の近くで、何段も持続する欠陥をどう扱うか、という所です（前提の一覧の「大きい場の評価」「大きい場の気体」、28-04・28-06）。本書が Lean で持っていたのは、一つの尺度での大きい面の稀さ（22-01）と、自由場の一段（15-12）までです。

公開された構成は、この詰まりに**別の形で答えています**。領域の履歴を持たず、段ごとに種を数え直し、ゲージの切り口と区画の条件を満たす配位について一様な不等式で、種あたりの因子を毎段出します。測度は変えていません（式 (1) は等式のまま）源 （形を読んだ）・推 （本書の詰まりとの対応の読み）。比べの全体は 14-04 に置きます。

06

読めていない所

この部の各章の末に、その章の主題で読めていない所を在りかつきで書きます。部の全体の一覧は 11-11 です。大きいものは三つです。

- 大きい場の値段を出したあとに残る積分の上界の全体（`YM/SectorNext/LARGE_FIELD_REMAINDERS` から先）。
- 一段の定理の組み立ての中身（`Use.Machine.run`、`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Downstream.lean:65`）。

- 粗い段の活動を組み直す補題の証明
  （`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP` の中）。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
源 段の間は押し出しの等式でつながり、帰納の仮定は弱い帳簿 $e^{-P_m^{1/5}}$・$\hat{g}_m^{11/5}$ と結合の帯を持つ（`Conv`・`Transfer`）	表示が一意であること（源は一意を言わない）
源 一段の証書は強制された活動に強い帳簿 $e^{-gP_{m+1}^2}$ を言う（`Move.forced`）	強い帳簿が後の段でどう使われるか（読めていない）
評 17 の見出しの定理の依存は、新しく初期化した核の環境で検査し直された（評価書 §9.1。別の核の実装は使っていない、§9.2）	この部の各補題の証明を本書が確かめたこと
推 強い帳簿は次の段の仮定として運ばれず、一段の中で作り直してから弱い帳簿へ緩められる	段の数に一様な条件が要らないこと（暦の側で払う）

出典と再現

もの	種別	出典・道具
公開された構成の Lean の源	源	`yang-mills-group/OpenAI-YM-20261028`（Apache-2.0）。本書は写しを読んだだけで、組み立ても実行もしていない
委員会の評価書	評	`yang-mills-group/YM` の `docs/assessment-1.pdf`（2026-11-10）、§4.3・§9.1・§9.2。版は 6-00 の凡例のとおり（コード 3456e5e・評価の側 55ba9fc）
暦と帳簿	源	`YM/RG/History.lean:64`（`Calendar`）、:84（`allowance`）、:85（`forcedAllowance`）
帰納の仮定・一段の関係・全段	源	`YM/RG/History.lean:213`（`Conv`）、:223（`Transfer`）、:234（`Selected`）
一段の証書	源	`YM/PCalc/Band.lean:49`（`Directed.Move`）、:65（`Program`）
依存の記録	源	`verification/declaration-usage.tsv`（status と見出しの証人の列）

この章で使った語 — 帰納の仮定、一段の証書、帳簿、正則な活動、強制された活動、押し出しの等式、見出しの定理。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-01 各段の密度の形 — 帰納の仮定が運ぶ表示を、式で読みます。

各段の密度の形と帰納の仮定

この章は既存の知見（公開された構成の読み）です。§04 は本書の検討、§05 は未解決の地図です。

この章で分かること — 段 m の正規化していない密度が、どんな材料のどんな関数として書かれ、その材料にどんな帳簿が掛かるか。帰納の仮定 `History.Conv`、一段の関係 `History.Transfer`、全段の言明 `History.Selected` の中身です。

前提となる章 — 11-00（札と引用の水準）、9-06 密度の表示、9-07 小さい場の閾と、切った作用。

先に言うこと — 表示は存在の量化で言われ、一意ではありません（源の説明文が明言）。帳簿は段ごとの量で、体積に依らない点ごとの和の形ですが、密度そのものの大きさは体積の指数を含みます。この章は形を読むだけで、帳簿が保たれる証明は 11-02〜11-09 の主題です。

この章の順序

1. 言明 — 表示・帰納の仮定・一段の関係・全段
2. 切った作用と道の作用 — 閾を超えると一次。
3. 二種類の活動と気体 — 正則な活動は健康な所だけ、強制された活動は旗の上だけ。
4. 本書の検討で見えていたこと
5. 読めていない所

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

```
01
```

言明 — 表示・帰納の仮定・一段の関係・全段

記号は暦（11-00 §03）のとおり：$\hat\beta_m$、$\hat g_m = \hat\beta_m^{-1/2}$、$P_m = \exp((\log\log\hat\beta_m)^2)$、閾 $t_m = \hat g_m P_m$、被覆の尺度 $B_m = \lceil(\log\hat\beta_m)^2\rceil$。段 m の格子を Λ_m、その上の配位を V とします。

閾の字の対応。一段（段 $m+1$ から段 m）の中では、細かい側と粗い側の二つの閾が現れます（9-07）。章によって字が違いますが、どれも暦の閾 $t_m = \hat g_m P_m$ の、段 m か段 $m+1$ での値です。源の `temp`（`YM/Pressure/Seeds.lean:25`）は $\mathrm{temp}(\hat\beta_m) = t_m$、`fiery`（:26）は $\mathrm{fiery}(\hat\beta_m, L) = \mathrm{temp}(\hat\beta_m + s\log L) = t_{m+1}$ です源。

章	粗い側（段 m）の閾	細かい側（段 $m+1$）の閾	注
9-07・11-00・11-01・11-08	t_m	t_{m+1}	暦の記号のまま
11-02	—	t（$= t_N$）	一番細かい段 N の閾
11-03・11-04	$\tau = \mathrm{temp}(x)$	$t = \mathrm{fiery}(x, L)$	$x = \hat\beta_m$
11-05	—	$t = \mathrm{fiery}(x, L)$	$x = \hat\beta_m$
11-06・11-07	t_m	t_y	y は細かい段の基準の結合
11-09	$t = \hat g P$	—	$x = \hat\beta_m$、$\hat g = x^{-1/2}$。11-03 の t とは逆の側

この章の §02・§03 の t は、その表示の予算の点の閾です（段 m の表示なら t_m）。

表示 `Rep`（`YM/RG/History.lean:165`）は六つの材料の組です源：道のデータ（作用に入る道とその係数）、切りの定数 `Clip`（9-06 の「切りの母数」）、活動の族 `Activities`、予算の点 `BudgetPoint`（9-06 の「帳簿の点」。閾・被覆の尺度・微分の階数など）、結合 β、真空の定数 v。その値は

$$\mathrm{eval}(V) = \exp\Big(v\,|\Lambda_m| - S_\beta^{\mathrm{ch}}(V) - \sum_i \mathbf{1}[\text{健康}]\,E_i(V)\Big)\cdot \mathrm{gas}(V) \tag{1}$$

です（`Rep.exponent`・`Rep.eval`、:176・:179）源。S_β^{ch} は道の作用を超立方の群の符号つきの向き（384 通り）で平均したもの（`PathData.inChannels`、`YM/RG/PathActions.lean:241`）、E_i は正則な活動、gas は強制された活動の気体です。

帰納の仮定 `History.Conv N p m`（`YM/RG/History.lean:213`）は四つの欄を持ちます源。

1. 予算の点が段 m のもの（閾 t_m、被覆の尺度 B_m など）。

2. 切りの定数が段の定数のもの。

3. 表示が `Lawful`：道のデータが `Bounds` を満たし、活動が `Valid` で、正則な活動の帳簿 $\le \hat{g}_m^{11/5}$、強制された活動の帳簿 $\le e^{-P_m^{1/5}}$。

4. 結合が帯の中：$\beta_{N,p,m} \in [\hat{\beta}_m/2,\, 2\hat{\beta}_m]$。

一段の関係 `History.Transfer N p m`（:223）は二つの式です源。

$$\mathrm{eval}_m = \mathrm{push}_{\beta_{m+1}} \mathrm{eval}_{m+1}, \qquad \left|\beta_{m+1} - \beta_m - s \log b_m\right| \le \mathrm{drift}_{m+1}. \tag{2}$$

押し出し $\mathrm{push}_\beta F(V) = \int T_\beta(U,V) F(U)\, dU$ は一段の核の積分（`YM/RG/Block.lean:77`）で、核の β は**細かい側**の段の結合です。第二式は一ループの走りからのずれの大きさです（$s = 11C_g/(24\pi^2)$ は一ループの傾き）。

全段の言明 `History.Selected`（:234）は、全ての N, p と $m \le N$ について次を束ねます源：道のデータは体積 p に依らない（`path_shared`）、各段で帰納の仮定（`represents`）、段 N は $v = 0$ で裸の Wilson の重みにちょうど等しい（`starts`、:237）、各段で一段の関係（`steps`）、段 0 で $\beta = \bar{\beta}$（`reaches`、:239）、走り（`running`）。

系として、分配関数が段を通して保たれます源（`History.partition_eq`、:242）：

$$\int \mathrm{eval}_{N,p,m}\, dV = Z_{\Lambda_N}(\beta_{N,p,N}) \qquad (m \le N). \tag{3}$$

どの目標に入るか。構成の族の証書 `Family.Makes`（`YM/Source/Construction.lean:44`）が `path.Selected` を含み、`constructed` の結論に族が出ます。この章の対象は存在の定理の鎖の上の対象です源。

02

切った作用と道の作用

面 p のホロノミー U_p について、弦の距離 $\sigma = \mathrm{chord}(U_p) = \|U_p - 1\|/\sqrt{d}$ を使います（d は表現の次元。$\mathrm{price}(U_p) = 1 - \mathrm{Re}\,\mathrm{tr}\, U_p/d = \sigma^2/2$）。**切った作用**（`PathData.clipped`、`YM/RG/PathActions.lean:218`）は

$$\mathrm{clip}_t(\sigma) = \begin{cases} c_{\mathrm{dir}}\,\sigma^2/2 & (\sigma \le t) \\ c_{\mathrm{lin}}\,t\,\sigma & (\sigma > t) \end{cases}, \qquad 0 < c_{\mathrm{lin}} < c_{\mathrm{dir}}/16 \tag{4}$$

です（`Clip`、:139。最後の不等式は欄 `kink`）源 。閾 t を超えると、作用は二次から一次に下がります。$\sigma = t$ で値は下へ跳び、関数は単調でも凸でもありません源 。

面の基本の項（`baseTerm`、:221）は $\mathrm{clip}_t(\sigma_p)$ に、面のまわりの場が小さい（`kept`、:210：面から離れるほど緩む閾で全ての面の弦が押さえられる）ときだけ、輸送した曲率の二乗 $\|\ell_p\|^2/2$ を足したものです。道の作用（9-06 の「主な作用」）は

$$S_\beta(V) = \beta\Big(\sum_p \mathrm{base}_p(V) + \sum_x (\text{三次・四次の原子})\Big) + \sum_x (\text{ループの原子}) \tag{5}$$

（`principal`、:236）で、S_β^{ch} はその向きの平均です源 。

意味推 ：閾より上で作用を一次に弱めて表示に残すと、大きい場の配位の稀さは、気体の中ではなく作用の項の中に陽に残ります。粗い段へ渡す作用を弱くしたことが、一段の積分で「正の余り」として値段を生みます（11-04）。

03

二種類の活動と気体

旗と健康。閾 t で、弦が t を超える面に触れる点の集合を旗 $\mathrm{flags}_t(V)$ と呼びます（`YM/RG/Masks.lean:34`）。台（9-06 の「支え」）X が旗と交わらないとき、X は健康です（`Healthy`、:41）源 。

正則な活動（`RegularAddress`・`E`）は、錨の点と台を持つ関数 E_i で、健康なときだけ密度に入ります（`masked`、:70 の指示関数）。条件 `RegularFamily`（`YM/RG/Activities.lean:70`）は、健康な所で有限階まで滑らか、平らな配位で $E_i(1) = 0$、錨での affine な方向の対数 Hessian が 0、の三つです源 。後の二つは、限界的な項（定数と二次）を真空の項と結合へ移した後の姿です（11-09）。

強制された活動（`ForcedAddress`・`K`）は、台と、その中の空でない「在庫」を持つ関数 K_i です。$K_i(V) \neq 0$ なら、台と旗の交わりが在庫にちょうど一致します（`permit`）源 。気体は

$$\mathrm{gas}(V) = \sum_{b} \mathbf{1}\Big[\text{台が互いに素}, \bigcup_{i\in b} \mathrm{inv}_i = \mathrm{flags}_t(V)\Big] \prod_{i\in b} K_i(V) \tag{6}$$

です（`admissible`・`gas`、`YM/RG/Activities.lean:114-129`）源 。旗が空なら気体は 1 です（`gas_one`、:135）。つまり強制された活動は、**その段の場の旗の上にしか生きていません**。

帳簿。どちらの活動にも、点ごとの和の帳簿が掛かります（`EBound`・`KBound`、:98・:102）源 ：

$$\sup_x \sum_{i:\,\mathrm{site}_i = x} e^{c_{\sup}\,\mathrm{cov}_B(X_i)}\,\|E_i\|_{t,k} \le \hat{g}_m^{11/5}, \qquad \sup_x \sum_{i:\,x\in X_i} e^{c_{\sup}\,\mathrm{cov}_B(X_i)}\sup|K_i| \le e^{-P_m^{1/5}}. \tag{7}$$

正則な活動の和は錨が x の片について、強制された活動の和は台が x を含む片について取ります。$c_{\sup}$ は予算の点の被覆の指数（`supportExponent`）です。$\mathrm{cov}_B(X)$ は、格子の最大値の距離で半径 B の球（中心を持つ辺 $2B+1$ の立方体）を、和がつながるように並べて台を覆う最小の数（`coverNumber`、`YM/Lattice/Support.lean:71`）、$\|E\|_{t,k}$ は健康な配位で、大きさ t の方向へ k 階までの微分の上限です（`supBounds`、`YM/RG/Masks.lean:164`）源 。和は点ごとなので、帳簿そのものは体積に依りません源 。

04

本書の検討で見えていたこと

本書の検討でも、大きい場の補正を「穴ごとの活動」として持ち、各段・各穴で $|z_t(\gamma)| \le \exp(-\gamma_E \beta S^\flat(\gamma))$ の形の評価を前提に置いていました（前提の一覧の「大きい場の評価」「大きい場の気体」、28-04）。二つの違いがあります。

- 本書の前提は稀さ $e^{-c\beta}$ を活動の側に置き、領域を段ごとに積み上げる形でした。公開された構成は、稀さを切った作用の側に残し、活動の帳簿は弱い $e^{-P^{1/5}}$ です推 。
- 本書の決定的なブロック写像で、粗い密度が全ての段で式 (1) の形の表示を保つことは示されていません。表示そのものを全段で運ぶことが、本書に足りない部品です推 （11-10 §06）。

05

読めていない所

- 道のデータの `Bounds`（`YM/RG/PathActions.lean:173`）の欄の全部の意味。読んだのは `metric_zero`・`loop_jets` の名までです。
- 強制された活動の `extraTest`（追加の条件）の役。
- 向きの平均 S^{ch} と、一つの向きの道の作用との差が、一段の値段の勘定でどう扱われるか（11-07 §06）。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
源 各段の密度は式 (1) の形の表示を持ち、帰納の仮定は帳簿 (7) と結合の帯を要求する	表示が一意であること（源は存在だけを言う）
源 段の間は押し出しの等式 (2) で、分配関数は保たれる (3)	押し出しの測度の鏡映正値性（言われていない）
源 切った作用は閾を超えると一次で、一次の係数は $c_{\mathrm{dir}}/16$ 未満	切った作用が「有効作用の近似」であること（表示の部品にすぎない）
源 強制された活動は旗の上だけで生き、旗が空なら気体は 1	気体が体積に一様に有界であること（密度の水準の評価は体積の指数を含む）

出典と再現

もの	種別	出典・道具
表示・値・Lawful	源	`YM/RG/History.lean:165`（`Rep`）、:179（`eval`）、:181（`Lawful`）
帰納の仮定・一段の関係・全段・分配関数	源	`YM/RG/History.lean:213`・:223・:234・:242
切った作用	源	`YM/RG/PathActions.lean:139`（`Clip`）、:210（`kept`）、:218（`clipped`）、:221（`baseTerm`）、:241（`inChannels`）
活動・気体・帳簿	源	`YM/RG/Activities.lean:62`（`Activities`）、:70、:98、:102、:106（`Valid`）、:129（`gas`）、:135（`gas_one`）
旗・健康・帳簿の重み	源	`YM/RG/Masks.lean:34`・:41・:70・:144（`mass`）・:164（`supBounds`）
族の証書	源	`YM/Source/Construction.lean:44`（`Family.Makes`）

この章で使った語 — 表示、切った作用、旗、健康、正則な活動、強制された活動、気体、帳簿、被覆数。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-02 一番細かい段 — 裸の Wilson の重みを、この表示に分ける最初の一歩です。

一番細かい段 — 裸の Wilson の重みを表示に分ける

この章は既存の知見（公開された構成の読み）です。§04 は本書の検討、§05 は未解決の地図です。

この章で分かること — 帰納は段 N で「表示の値が裸の Wilson の重みにちょうど等しい」ことから始まります。その表示を作る面ごとの恒等式と、残りの差 due が非負で、大きい面では $t^2/4$ 以上になることです。最初の強制された活動が小さい理由がここにあります。

前提となる章 — 11-01 各段の密度の形（切った作用、旗、健康、二種類の活動）。

先に言うこと — 恒等式は面ごとの等式で、β は掛かっていません。最初の活動がどんな塊に並べられて帳簿に入るかは、本書は名前と説明文までしか読んでいません。この章の補題は、検証の記録で見出しの定理のどれかから届きますが、存在の定理の鎖に載るかは確かめていません。

この章の順序

1. 言明 — 始まりの条件と面ごとの恒等式
2. 仕組みの骨子 — 四つの項への分け方
3. 差の行き先 — 最初の正則な活動と強制された活動
4. 本書の検討で見えていたこと
5. 読めていない所

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

```
01
```

言明 — 始まりの条件と面ごとの恒等式

始まりの条件。全段の言明 `History.Selected` の欄 `starts`（`YM/RG/History.lean:237`）は、段 N の表示が $v = 0$ で、その値が裸の Wilson の重みにちょうど等しいことを要求します源：

$$\mathrm{eval}_{N,p,N}(U) = \exp\Big(-\beta_N \sum_{\square} \mathrm{price}(U_{\square})\Big), \qquad \mathrm{price}(u) = 1 - \tfrac{1}{d}\mathrm{Re}\,\mathrm{tr}\,u = \tfrac{1}{2}\mathrm{chord}(u)^2. \tag{1}$$

ここで eval の添字の p は体積の番号で、和は全ての面 $\square$ についてとります。式 (2) からは体積の番号は出てこないので、面を p と書きます。一段の定理の側の始まりの欄 `Recipe.Starter`（`YM/Shoot/Criteria.lean:93`）も同じ二つ（$v = 0$、値が裸の重み）を要求します源。

面ごとの恒等式 `WilsonStartup.due_eq`（`YM/Extra/WILSON_STARTUP/Ownership.lean:68`）源：切りの定数が $c_{\mathrm{dir}} \le 1$ なら、全ての配位 U と面 p で

$$\mathrm{price}(U_p) = \mathrm{base}_p(U) + \mathbf{1}[\text{健康}]\, Q_p(U) + (1 - c_{\mathrm{dir}})\,\mathbf{1}[\text{健康}]\, R_p(U) + \mathrm{due}_p(U). \tag{2}$$

ここで base_p は最初の段の道のデータ `top`（`Design.lean:34`）の基本の項（切った作用と、`kept` のときの二次の項）、Q_p は曲率の四次の項（係数 $1 - c_{\mathrm{dir}}$）、R_p は値段から二次と四次を除いた剰余（`surplus`、`Curvature.lean:166`）、「健康」は面の触れる点が旗に入らないことです。差 due_p について、次の三つが言われています源。

- `due_range`：$0 \le \mathrm{due}_p \le 2$（$c_{\mathrm{dir}} \le 1$ の下で）。
- `due_large`：弦が閾を超える面（$\mathrm{chord}(U_p) > t$）では $\mathrm{due}_p \ge t^2/4$。
- `owed_zero`（:193）：向きの枠で読んだ同じ量は、旗の B-ハロの外で 0。仮定は `Decent`（$c_{\mathrm{dir}} \le 1$、$B \ge 2$、閾と緩みの長さの条件）の全体です。

どの目標に入るか。`due_eq`・`owed_zero` は検証の記録で used で、記録の上の証人は見出しの定理 `SharpGram.habitat` です。存在の定理の鎖に載るかは確かめていません源。

02

仕組みの骨子 — 四つの項への分け方

弦を $\sigma = \mathrm{chord}(U_p)$、閾を t とします。最初の道のデータ `top` は、面そのものを道とし、輸送した曲率を $\ell_p = \sqrt{1-c_{\mathrm{dir}}}\,\mathrm{curv}(U_p)$ とするものです（`ell_sq`、`Design.lean:86`：$\|\ell_p\|^2 = (1-c_{\mathrm{dir}})\|\mathrm{curv}\|^2$）源。due の定義（`Ownership.lean` の `due`）は三つの場合に分かれます源。

場合	表示に入る分	due
$\sigma > t$（大きい面）	切った作用 $c_{\mathrm{lin}} t\sigma$ だけ	$\mathrm{price} - c_{\mathrm{lin}} t\sigma$
$\sigma \le t$、健康で `kept`	$c_{\mathrm{dir}}\sigma^2/2 + \|\ell\|^2/2$＋四次＋剰余	0
$\sigma \le t$、それ以外	$c_{\mathrm{dir}}\sigma^2/2$（と、健康なら四次と剰余）	二次の項の過不足（$[0,2]$ の中）

小さい場（二行目）では、裸の値段 $\sigma^2/2$ の c_{dir} 倍を切った作用の二次として、残りの $1-c_{\mathrm{dir}}$ 倍を曲率の二乗・四次・剰余として表示に入れ、差は残りません源（式）。

大きい面での下界は短い計算です（`due_large` の証明の筋）源。切りの定数の条件 $c_{\mathrm{lin}} < c_{\mathrm{dir}}/16 \le 1/16$ から $c_{\mathrm{lin}} \le 1/4$。$t < \sigma$ なので

$$\mathrm{due}_p = \tfrac{1}{2}\sigma^2 - c_{\mathrm{lin}}\, t\sigma \;\ge\; \tfrac{1}{2}\sigma^2 - \tfrac{1}{4}\sigma^2 = \tfrac{1}{4}\sigma^2 > \tfrac{1}{4}t^2. \tag{3}$$

つまり、閾を超えた面では、切った作用は裸の値段の半分以下しか表示に入れず、残りの少なくとも $t^2/4$ を due として外へ出します。

03

差の行き先 — 最初の正則な活動と強制された活動

恒等式 (2) に β_N を掛けて和を取り、指数に戻すと、裸の重みは「切った作用の指数 × 健康な所の項の指数 × $e^{-\beta_N \sum \mathrm{due}}$」の積になります。源の見出しの説明文は「残りの（非負の）差は全て強制の塊に負わせる。対数の付加はこの計画には無い」と書きます源（説明文）。

- 健康な所の剰余の項は、最初の正則な活動になると読みます（置き場 `YM/Extra/WILSON_STARTUP/Ink.lean`）推。
- due は、旗の B-球が重なるものをつないだ塊の上の、最初の強制された活動になると読みます（置き場 `YM/Extra/WILSON_STARTUP/Packets.lean`）推。

大きさ推：閾の定義から $\hat\beta_N t_N^2 = P_N^2$ です。実際の結合 β_N は帯 $[\hat\beta_N/2,\, 2\hat\beta_N]$ の中にあるので（`Conv.band`、`YM/RG/History.lean:218`）、$\beta_N t_N^2 \ge P_N^2/2$ で、旗の面一つあたり $e^{-\beta_N \mathrm{due}} \le$

$e^{-P_N^2/8}$ です。最初の強制された活動は、帰納の仮定の帳簿 $e^{-P_N^{1/5}}$ よりずっと小さい所から始まります。

04

本書の検討で見えていたこと

本書の検討の紫外の鎖は、段 N を裸の Wilson の測度として置き、大きい場の領域を最初の段から積み上げる形でした（28-04 の前提「大きい場の評価」）。最初の段で、作用を閾で切り、差を有界な因子として活動に押し付ける、という初期条件の作り方は持っていませんでした。比べる価値のある所として記しておきます。

05

読めていない所

- 最初の強制された活動を塊に並べる構成（`YM/Extra/WILSON_STARTUP/Packets.lean`）と、最初の帳簿に入ること（`Treats.start`、在りかは未確認）。
- 健康な所の剰余を最初の正則な活動にする所（`YM/Extra/WILSON_STARTUP/Ink.lean`）と、その帳簿 $\hat{g}_N^{11/5}$。
- `due_eq` が存在の定理の鎖に載るか（記録の上の証人は `SharpGram.habitat`）。
- `owed`（向きの枠で読んだ due）と `due` の対応の細部。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
源 段 N の表示は $v=0$ で裸の Wilson の重みに等しい（`Selected.starts`）	この表示が一意であること
源 面ごとの恒等式 (2)：裸の値段＝基本の項＋健康な所の四次と剰余＋due（$c_{\mathrm{dir}} \le 1$）	恒等式から最初の帳簿までの組み立て（読めていない）
源 $0 \le \mathrm{due} \le 2$、大きい面で $\mathrm{due} \ge t^2/4$	due が旗の近くの全ての面で大きいこと（小さい面では 0 もありうる）
推 最初の強制された活動は旗あたり $e^{-P_N^2/8}$ 以下の程度	その大きさが言明として書かれていること（本書は見ていない）

出典と再現

もの	種別	出典・道具
始まりの条件	源	`YM/RG/History.lean:237`（`Selected.starts`）、`YM/Shoot/Criteria.lean:93`（`Starter`）
面ごとの恒等式と性質	源	`YM/Extra/WILSON_STARTUP/Ownership.lean:68`（`due_eq`）、`due_large`・`due_range`（同じファイル）、:193（`owed_zero`）
最初の道のデータ	源	`YM/Extra/WILSON_STARTUP/Design.lean:23`（`bulk`）、:34（`top`）、:86（`ell_sq`）、`Curvature.lean:166`（`surplus`）
依存の記録	源	`verification/declaration-usage.tsv`（`due_eq`・`owed_zero` は used、証人 `SharpGram.habitat`）

この章で使った語 — 裸の Wilson の重み、切った作用、旗、健康、due（残りの差）、強制された活動、正則な活動。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-03 一段の作用の分解と区画 — 一段の積分の中で、作用を局所の行に分け、配位を種の型で分けます。

一段の作用の分解と区画

この章は既存の知見（公開された構成の読み）です。§06 は本書の検討、§07 は未解決の地図です。

この章で分かること — 一段の積分で現れる「細かい作用＋罰–粗い作用」を、面と辺ごとの局所の行の和に書く代数の恒等式と、配位を三種類の種の集合（種の型）で分ける区画です。区画は重なり、滑らかな一の分割で貼り合わせます。区画の条件は全体に課し、評価には種のまわりに局所化した形を使います。

前提となる章 — 11-01（切った作用・旗）、9-01 ブロックの核（予測子と罰）、9-04 予測子と群への射影。

先に言うこと — 行の恒等式は代数の等式で、評価は含みません。評価（種一つあたりのエネルギー）は 11-04 です。この章の宣言は検証の記録で見出しの定理のどれかから届きますが、存在の定理の鎖に載るかは確かめていません。

この章の順序

1. 舞台 — 一段の積分と三つの閾
2. 言明 1 — 行の恒等式
3. 言明 2 — 種の型と区画
4. 言明 3 — 一の分割と、旗は必ず種に触れること
5. 仕組みの骨子 — なぜ重なる区画か、なぜ全体と局所の二本か
6. 本書の検討で見えていたこと
7. 読めていない所

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

01

舞台 — 一段の積分と三つの閾

一段のデータを S（細かい格子 f から粗い格子 c へ、ブロックの辺 L）とします。細かい配位 U、粗い配位 V、核の中の離散の選び（ゲージの枠と予測子の札）k があり、予測子 $Q = Q(U,k)$ は細かい場から作った粗い辺の値です（9-04）。粗い辺 b の「ずれ」を $\mathrm{wire}_b = \mathrm{chord}(V_b Q_b^{-1})$ と書きます（`YM/Pressure/Cost.lean:187`）源 。

粗い段の基準の結合を x（$= \hat\beta_m$）とし、三つの量を使います（`YM/Pressure/Seeds.lean:22-27`）源 。

記号	定義	意味
$\tau = \mathrm{temp}(x)$	$x^{-1/2}\exp((\log\log x)^2)$	粗い段の閾
$t = \mathrm{fiery}(x,L)$	$\mathrm{temp}(x + s\log L)$（$s$ は一ループの傾き）	細かい段の閾
$R = \mathrm{radiusB}(x)$	$\lceil(\log x)^2\rceil$	ハロ（種のまわりの近傍）の尺度

$x = \hat\beta_m$ のとき、9-07・11-01 の記号では $\tau = t_m$（粗い側）、$t = t_{m+1}$（細かい側）、$R = B_m$（被覆の尺度）です（11-01 の閾の字の対応）。

面の「大きさ」は $\mathrm{toll}(U_p) = \mathrm{chord}(U_p)$ です（`YM/Pressure/Rows.lean:55` の `toll`）。

02

言明 1 — 行の恒等式

細かい面の作用を crown_p^f（切った作用＋`kept` のときの二次の項）、粗い面の作用を crown_q^c、粗い辺の罰の項を pen_b（`monetary`、`Rows.lean:112`）と書きます。**行の恒等式** `Tube.locates`（`YM/Pressure/Rows.lean:145`）は源

$$\sum_f \mathrm{workF} + \sum_b \mathrm{workI} + \sum_q \mathrm{workC} + \sum \mathrm{workN} + \sum_q (\mathrm{workL} + \mathrm{workD}) = \sum_p \mathrm{crown}_p^f + \sum_b \mathrm{pen}_b - \sum_q (\mathrm{lo}$$

です。証明は線形の恒等式の足し合わせだけです（`linarith`）。行の中身は次のとおりです源。粗い面 q の曲率に $\sqrt{c_{\mathrm{dir}}}$ を掛けたものを X^c_q とし、それを閾 τ で縮めたもの

$$\mathrm{vision}_q = \min\bigl(1,\ \tau/\mathrm{toll}(V_q)\bigr)\, X^c_q \tag{2}$$

（`thinned`、:71、`vision`、:104）を、ブロック化の核 Φ（`leap`、:46）で細かい面へ配ったものを $M_v = \Phi \cdot \mathrm{vision}$ とします。

- $\mathrm{workC}_q = \langle \mathrm{vision}_q, X^c_q \rangle - \frac{1}{2}\|\mathrm{vision}_q\|^2 - \mathrm{crown}^c_q$（粗い面の行、:129）。
- $\mathrm{workF}_p = \mathrm{crown}^f_p + \frac{1}{2}\|M_v\|^2 - \langle M_v, X^f_p \rangle$（細かい面の行、:122）。
- workI_b：罰の項と、雑音の側へ配った vision との平方の完成（:126）。
- workL_q：粗い曲率と、細かい曲率と雑音から作り直した曲率との「ずれ」と vision の内積（:133）。workN・workD は平方を閉じるための残り。

意味推：粗い曲率を「細かい曲率をブロック化したもの＋雑音」と比べ、平方を完成させて差を局所の行に配っています。どの行も一つの面か辺の近くだけに依ります。

03

言明 2 — 種の型と区画

種の型 `Stores`（`YM/Pressure/Seeds.lean:34`）は三つの有限集合の組 $A = (\mathrm{costs}, \mathrm{aisles}, \mathrm{flags})$ です源：大きい細かい面の集合、予測から大きくずれた粗い辺の集合、粗い段の旗の点の集合。**種の数**は $\#A = |\mathrm{costs}| + |\mathrm{aisles}| + |\mathrm{flags}|$（`shares`、:46）です。ここで「種」とは、この三つの集合の元の一つ一つを指す、公開された構成の作業の語です。

全体の区画の条件 `Seeded A U k V x W`（`YM/Push/SECTOR_MEASURE/Cells.lean:51`）源は、**全ての**細かい面 p と全ての粗い辺 b に次を課します。

$$\begin{aligned} &p \in \mathrm{costs} \Rightarrow \mathrm{toll}(U_p) \ge t/4, \qquad p \notin \mathrm{costs} \Rightarrow \mathrm{toll}(U_p) \le t/2, \\ &b \in \mathrm{aisles} \Rightarrow \mathrm{wire}_b \ge Wt, \qquad b \notin \mathrm{aisles} \Rightarrow \mathrm{wire}_b \le 2Wt, \\ &\mathrm{flags} = \mathrm{flags}_\tau(V) \quad \text{(ちょうど一致)}. \end{aligned} \tag{3}$$

W は大きく取る定数です。面と辺の条件には、$t/4$ と $t/2$（Wt と $2Wt$）の間の幅、つまりヒステリシスがあります。旗には幅がなく、粗い場の旗に完全に一致させます。

局所の区画の条件 `Plot A U k V x W`（`YM/Pressure/Seeds.lean:51`）源 は、同じ条件を、種の置き場所の半径 $5R$ の近傍（`dome (5*radiusB x)`）に触れる面と辺だけに課し、そこで旗の一致を求め、さらに選び k の枠の重みが正であることを足したものです。全体の条件から局所の条件が出ます（`Seeded.plot`、`Cells.lean`：選び k の尤度が正なら）源 。

評価の対象は、種の半径 $2R$ の近傍の行の和

$$\mathrm{assessed}(A) = \sum_{\mathrm{dome}(2R)} \big(\mathrm{workF} + \mathrm{workI} + \mathrm{workC} + \mathrm{workN} + \mathrm{workL} + \mathrm{workD}\big) \tag{4}$$

です（`Stores.assessed`、`Seeds.lean:85`）源 。

04

言明 3 — 一の分割と、旗は必ず種に触れること

一の分割 `Allocation`（`YM/Push/SECTOR_MEASURE/Profile.lean:30`）は、種の型ごとの重み $\mathrm{bill}_A(k, U, V)$ で源

$$\mathrm{bill}_A \geq 0, \qquad \sum_A \mathrm{bill}_A = 1, \qquad \mathrm{bill}_A \neq 0 \;\Rightarrow\; \texttt{Seeded}\ A. \tag{5}$$

を満たし、可測なものです。重みが 0 でない所では**全体の条件**が成り立ち、選びが生きていれば局所の条件 `Plot` が取り出せます（`plots`、:50）源 。

旗は必ず種に触れる（`flagged`、:56）源 ：$\mathrm{bill}_A \neq 0$ で、点 i が細かい段の閾 t の旗に入るなら、i に触れる面 $p \in \mathrm{costs}$ が在ります。証明は、旗の面は $\mathrm{toll} > t > t/2$ なので、全体の条件 (3) の二つ目の対偶で costs に入る、というものです。前の段から入ってきた強制された活動は細かい段の旗の上にしか生きていないので（11-01 §03）、**入ってきた活動の在庫の点は、必ずこの段の種（costs の面）に触れます**源 （言明を読んだ）・推 （意味の読み）。

どの分割が使われるか。特性関数で分ける版 `Allocation.hard`（:68、閾 $t/4$ と Wt でちょうど切る `booking`、`Cells.lean:87`）は依存の外です源 （記録）。記録で used なのは、滑らかな遷移関数 χ で作る積の重み

$$\mathrm{share}_J = \prod_{i \in J} \left(1 - \chi((r_i/d)^2)\right) \prod_{i \notin J} \chi((r_i/d)^2), \qquad \sum_J \mathrm{share}_J = 1 \tag{6}$$

（`Chi.share`・`share_sum`、`Profile.lean:126-133`）の系統です源。χ は $y \le 1$ で 1、$y \ge 4$ で 0 の滑らかな遷移で、$\chi((r/d)^2) \neq 0$ なら $r < 2d$、$1 - \chi((r/d)^2) \neq 0$ なら $r > d$ なので（`chosen_lt`・`exterior_gt`）、$d = t/4$ と置けば式 (3) の幅 $[t/4, t/2]$ に合います推（d の当て方は読んでいない）。

05

仕組みの骨子 — なぜ重なる区画か、なぜ全体と局所の二本か

1. **重なる区画**。閾でちょうど切ると、閾の近くの配位で区画が不連続に変わります。幅を持たせた区画は重なり、滑らかな一の分割で貼れば、積分の中で区画を微分したり動かしたりしても境目の問題を避けられます推。源の説明文も、特性関数の分け方は可測な分割のためのもので、滑らかな重みとしては使わない、と書いています源（説明文）。
2. **全体と局所の二本**。一の分割に付く条件 `Seeded` は配位の全体に課す条件です。一方、評価（種一つあたりのエネルギー）で使うのは、種の近傍 $5R$ に局所化した `Plot` と、半径 $2R$ の近傍の行の和 (4) です。局所化した形は全体の条件から取り出すので、評価の側は種の近くだけを見れば足ります源（`plots` を読んだ）・推（意図の読み）。
3. **ハロの尺度**。$R = \lceil (\log x)^2 \rceil$ は粗い段の $\hat{\beta}$ で測ります。局所の条件は $5R$、評価の和は $2R$ です源。
4. **区画を一つ止めた積分**が、一段の大きい場の解析の単位になります。区画はその段の場だけで決まり、前の段から引き継ぎません源（`Stores` の欄を読んだ）・推（意味の読み）。

06

本書の検討で見えていたこと

本書の検討は、小さい場の特性関数で配位を分け、大きい場の領域 Ω^c を段ごとに積み上げて以後固定する形で考えていました。一つの区画 A を止めた積分は、本書の「Ω^c を止めた積分」に当たります推。違いは二つです。

- 公開された構成の区画は**その段だけで決まり**、領域の履歴を持ちません。入ってきた活動の場所は、`flagged` によって自動でこの段の種に含まれます。

- 公開された構成は幅のある重なった区画と滑らかな一の分割を使います。本書の検討は特性関数で切る形でした。

行の恒等式 (1) に当たる、一段の作用の差を局所の平方の完成で書く式は、本書の側にはありませんでした。

07

読めていない所

- 主定理の側で実際に使われる一の分割の組み立て（`Chi` の重みを種の型の `Allocation` に組む所）と、d の当て方。
- 区画どうしの重なりの説明（`YM/Push/SECTOR_MEASURE/Overlap.lean`）の中身。
- ブロック化の核 Φ（`leap`）・雑音への配り Φ'（`kick`）の作り方と、行 workN・workD の意味の細部。
- 選び k の枠の重みが正であるという条件（`Plot` の欄 `list`）の役。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
源 細かい作用＋罰−粗い作用は局所の行の和に等しい（代数の恒等式 (1)）	行のどれかが正であること（それは 11-04 の評価）
源 区画の条件 `Seeded` は全体に課し、局所の `Plot`（半径 $5R$）は後から取り出す	区画の条件がハロの外の場について何かを言うこと（`Plot` は言わない）
源 ヒステリシスは costs と aisles だけで、flags は粗い場の旗に完全に一致させる	区画が配位の分割であること（重なる）
源 一の分割の重みが 0 でなければ、細かい旗の点は必ず costs の面に触れる（`flagged`）	この補題が存在の定理の鎖に載ること（記録の上の証人は `SharpGram.habitat`）
源 特性関数の分割 `hard` は依存の外、滑らかな `Chi.share_sum` は used	滑らかな分割の組み立ての細部

出典と再現

もの	種別	出典・道具
閾とハロ	源	`YM/Pressure/Seeds.lean:22`（`radiusB`）、:25（`temp`）、:26（`fiery`）
ずれ	源	`YM/Pressure/Cost.lean:187`（`wire`）

もの	種別	出典・道具
行と恒等式	源	`YM/Pressure/Rows.lean:46`（`leap`）、:71（`thinned`）、:104（`vision`）、:112（`monetary`）、:122・:126・:129・:133（行）、:145（`locates`）
種の型・局所の区画・評価の和	源	`YM/Pressure/Seeds.lean:34`（`Stores`）、:46（`shares`）、:51（`Plot`）、:85（`assessed`）
全体の区画・特性関数の分け方	源	`YM/Push/SECTOR_MEASURE/Cells.lean:51`（`Seeded`）、:87（`booking`）
一の分割	源	`YM/Push/SECTOR_MEASURE/Profile.lean:30`（`Allocation`）、:50（`plots`）、:56（`flagged`）、:68（`hard`、outside）、:85（`Chi`）、:133（`share_sum`）

この章で使った語 — 行の恒等式、種、種の型、区画、ヒステリシス、一の分割、旗、ハロ。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-04 種一つあたりのエネルギー — 区画の上で、近傍の行の和が種の数に比例して正であることを示す三つの不等式です。

種一つあたりのエネルギー

> この章は既存の知見（公開された構成の読み）です。§06 は本書の検討、§07 は未解決の地図です。

この章で分かること — 区画の上で $c_E\, t^2 \cdot \#\text{種} \le \text{assessed}$ が成り立つ、という一段の配位ごとの不等式の正確な形（量化の順と仮定）と、それを組む三つの不等式です。粗い段へ渡す作用を一次に切ったことが正の余りを生み、一次の量がブロック化で L^{-2} に縮むことが細かい側を勝たせます。

前提となる章 — 11-03（行の恒等式・種の型・区画・三つの閾）、11-01 §02（切った作用）。

先に言うこと — この章の不等式は一段の、配位ごとの不等式で、段を跨ぐ主張ではありません。三つの不等式の証明（置き場 `YM/Work/E05`〜`E07`）は本書は読んでおらず、言明だけを読みました。この章の宣言は検証の記録で見出しの定理のどれかから届きますが、存在の定理の鎖に載るかは確かめていません。

この章の順序

1. 言明 — 種一つあたりのエネルギー（量化の順と仮定）
2. 粗い面の下界 — 正の余り
3. 細かい面と罰の下界
4. 大きい粗い面の支払い
5. 組み立てと、積分から出る因子
6. 本書の検討で見えていたこと
7. 読めていない所

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

01

言明 — 種一つあたりのエネルギー（量化の順と仮定）

記号は 11-03 §01 のとおりです：粗い段の基準の結合 x、粗い閾 $\tau = \mathrm{temp}(x)$、細かい閾 $t = \mathrm{fiery}(x, L)$、ハロの尺度 $R = \mathrm{radiusB}(x)$、種の型 A、種の数 $\#A$、近傍の行の和 $\mathrm{assessed}(A)$。粗い閾 τ と細かい閾 t は、9-07 の記号では t_m と t_{m+1} です（11-01 の閾の字の対応）。

注文の束 `Teller`（`YM/Pressure/Seeds.lean:89`）は、核の選び、細かい段と粗い段の段の定数、ブロックの重みの畳み込みの回数 j などを束ねた入力です。一段のデータ S と管 T（細かい段と粗い段の道のデータの組）がそれに合うことを `Funds` と言います（核の選びが一致、$J = j$、核の三つの義務 `Branches`、管の道のデータの `Bounds` と `Roll` など）源。

種一つあたりのエネルギー `Teller.Grants`（`YM/Pressure/Seeds.lean:129`）源 の量化の順は次のとおりです（`Funds`・`live`・`Serves`・`cash`、:101-127）。

$$\exists i\, \forall L \ge i\ \ \forall^{\infty} W\ \ \exists c_E > 0\ \ \forall^{\infty} x\ \ \forall (S, T, F, A, U, k, V):\ \ c_E\, t^2\, \#A\ \le\ \mathrm{assessed}(A). \tag{1}$$

$\forall^{\infty}$ は「十分大きい全ての」です。最後の $\forall$ の範囲には、次の仮定が全て付きます源。

1. S のブロックの辺がちょうど L（`S.patch.L = L`）。
2. **格子の辺の下限**：粗い格子の辺 $\ge 100(1 + R)$。
3. S, T が注文に合う（`Funds`）。
4. **ゲージの切り口**：細かい場 U が、ブロックの木の幹の上で 1（`SliceSet F U`、:48）。木のゲージの切り口の上の不等式です。
5. 局所の区画の条件 `Plot A U k V x W`（11-03 §03）。

c_E（源の字句は `Grants` では κ、値段の欄では μ）は L と W に依ってよく、x の下限は L, W, c_E に依ります源。閾 t は**細かい側**の閾です。

この言明は全ての注文について仮定なしに成り立ちます：`Next.Fluctuations.grants`（`YM/Next/FLUCTUATIONS/Grants.lean:24`）源。その中身は

`Integrated.pressure_grants`（`YM/Integrated.lean:222`）で、十の部品の言明（置き場 `YM/Bid/Energy.lean` の E01〜E09 と、外側の小ささ `EBare`）から `Bid.issues`（:155）で組み立てます。部品は `YM/Work/` の下で証明され、`EBare` は `YM/Next/FLUCTUATIONS/Bare.lean:64` の `bare` が閉じます源。

02

粗い面の下界 — 正の余り

粗い面の下界：構造 `Bid.Crowds`（`YM/Bid/Energy.lean:94`）と、それを全ての注文について求める `def E05`（:101）源：$\exists \delta>0\ \exists B>0\ \forall L\ \forall W$、十分大きい x で、区画を満たす配位（§01 の仮定つき）と全ての粗い面 q について、$\sigma=\mathrm{toll}(V_q)$ と置くと

$$\begin{aligned} \tau<\sigma\le\delta \ &\Rightarrow\ \tfrac{c^c_{\mathrm{dir}}}{4}\,\tau\,\sigma \ \le\ \mathrm{workC}_q,\\ \sigma\le\tau \ &\Rightarrow\ -B\tau^4 \ \le\ \mathrm{workC}_q,\\ \sigma>\delta \ &\Rightarrow\ -c^c_{\mathrm{lin}}\,\tau\,\sigma \ \le\ \mathrm{workC}_q. \end{aligned} \tag{2}$$

閾は全て**粗い側** τ、切りの定数も粗い側のものです。

意味推：中くらいの面（$\tau<\sigma\le\delta$）で $|\mathrm{curv}|\approx\sigma$ と見ると、vision は τ/σ 倍に縮むので、粗い面の行の最初の二項は

$$\langle \mathrm{vision}, X^c\rangle-\tfrac12\|\mathrm{vision}\|^2 \approx c_{\mathrm{dir}}\big(\tau\sigma-\tfrac12\tau^2\big)\ \ge\ \tfrac12 c_{\mathrm{dir}}\,\tau\sigma. \tag{3}$$

一方、粗い段の作用は切った作用で $c_{\mathrm{lin}}\tau\sigma$（$c_{\mathrm{lin}}<c_{\mathrm{dir}}/16$）です。差は $c_{\mathrm{dir}}\tau\sigma/4$ 以上の正の余りになります。もし粗い段の作用が二次 $c_{\mathrm{dir}}\sigma^2/2$ のままなら、同じ計算で $\mathrm{workC}\approx -c_{\mathrm{dir}}(\sigma-\tau)^2/2\le 0$ です。**正の余りは、粗い段へ渡す作用を一次に切ったことから出ます。**

03

細かい面と罰の下界

細かい面と罰の下界：`Bid.Seals`（`YM/Bid/Energy.lean:103`。`def E06` は :110）源：$\exists N\ \forall L\ge N\ \forall^\infty W\ \exists d>0$、十分大きい x で、§01 の仮定のもと

$$\begin{aligned} \tfrac{c_{\mathrm{lin}}^{f}}{2}\,t \sum_{p\in\mathrm{costs},\ \mathrm{toll}>t} \mathrm{toll}(U_p) \;+\; d\,t^{2}\,\#\{p\in\mathrm{costs} : \mathrm{toll}\le t\} \;\le\; \sum_{\mathrm{dome}(2R)} \mathrm{workF},\\ \tfrac{c_{\mathrm{pen}}}{8} \sum_{b\in\mathrm{aisles}} \mathrm{wire}_b^{2} \;\le\; \sum_{\mathrm{dome}(2R)} \mathrm{workI}. \end{aligned} \tag{4}$$

閾は**細かい側** t、c_{pen} は核の罰の係数（源の字句は `S.kernel.penalty`）です。

意味[推]：細かい面の行 $\mathrm{workF}=\mathrm{crown}^{f}+\frac{1}{2}\|M_v\|^{2}-\langle M_v,X^{f}\rangle$ の交差項は、大きさの上限（`Maximum`、:83：$\|M_v\|\le(C/L^{2})\,t$）から $(C/L^{2})\,t\,\mathrm{toll}$ 程度です。$L\ge N$ を要るのは、これを切った作用の一次の項 $c_{\mathrm{lin}}t\,\mathrm{toll}$ の半分以下にするためです。

04

大きい粗い面の支払い

粗い面の下界の第三行は、とくに大きい粗い面（$\sigma>\delta$）で負になりえます。その総量を払うのが **大きい粗い面の支払い** `Bid.Lapse`（`YM/Bid/Energy.lean:121`。`def E07` は :130）です[源]：$\exists C>0\ \forall L\ \forall W>0\ \exists Z>0$、十分大きい x で、§01 の仮定のもと

$$\sum_{q\in\mathrm{hit}}(\mathrm{workL}+\mathrm{workD})_q+\frac{C}{L^{2}}\,t\sum_{\substack{p\in\mathrm{costs}\\ \mathrm{toll}>t}}\mathrm{toll}(U_p)+C\,t\sum_{b\in\mathrm{aisles}}\mathrm{wire}_b+Z\,t^{2}R^{4}\,\#A_{\mathrm{sp}}\;\ge\;c_{\mathrm{lin}}^{c}\,\tau\sum_{\substack{q\\ \mathrm{toll}(V_q)>\delta}}\mathrm{toll}(V_q). \tag{5}$$

左辺の閾は細かい側 t、右辺は粗い側 τ です。$\#A_{\mathrm{sp}}$ は、とくに大きい面（$\mathrm{toll}>\beta_f^{-0.49}$ の程度）とずれだけで作った種の数（`spend`）、hit はその近くの粗い面です[源]。

払い方[推]：右辺を直接埋めるのは、hit の上の交差の行 $\mathrm{workL}+\mathrm{workD}$ です。左辺の他の三項はその誤差の勘定です。

- $(C/L^{2})\,t\sum\mathrm{toll}$ は、細かい面と罰の下界の $(c_{\mathrm{lin}}/2)\,t\sum\mathrm{toll}$ で払う。だから L を大きく取ります。
- ずれの一次の項は、罰の行の下界の二次で払う。
- $Zt^{2}R^{4}\#A_{\mathrm{sp}}$ は、とくに大きい面の一次の作用で払う（$t\cdot\beta^{-0.49}\gg t^{2}(\log\beta)^{8}$）。

L^{-2} の縮み。ブロック化の核 Φ の行和（細かい面ごとの和）は C/L^{2}、列和（粗い面ごと）は CL^{2} です（核の行和 `Allowance`、:61）[源]。粗い曲率がおよそ $\sum_p\Phi(p,q)X_p^{f}$ なので、一次の量について $\sum_q|\mathrm{curv}_q|\lesssim(C/L^{2})\sum_p|\mathrm{curv}_p|$ です[推]。二次の作用はブロック化で形を保ち

ますが、一次の作用の総和は L^{-2} に縮みます。四次元で L^4 個の細かい曲率を重み L^{-2} で集めると、滑らかな場の $\sigma_c \approx L^2 \sigma_f$ と整合します[推]。

05

組み立てと、積分から出る因子

残りの部品は次のとおりです[源]（言明の名と形）。

組の名	宣言	中身
E01	`Payments`（:27）	大きい粗い面はとくに大きい種の近くにしかなく、その数 $\le K \# A_{\mathrm{sp}}$。粗い旗の数 $\le 4\times$（閾 τ を超える面の数）
E03	`Allowance`（:61）	核 Φ の行和 C/L^2、列和 CL^2
E04	`Maximum`（:83）	$\|\mathrm{vision}\| \le Ct$、$\|M_v\| \le (C/L^2)t$
E08	`Stitches`（:134）	種に当たらない外側では、局所のゲージで粗い場も細かい場も小さい
外側の小ささ	`Belly`（:142）	外側の行の負の部分 $\ge -\varepsilon t^2 \# A$（全ての $\varepsilon > 0$）
E09	同じファイル	以上から `Grants` を組む

積分から因子を出す： `Sector.peel`（`YM/Next/FLUCTUATIONS/Sector.lean:229`）[源] は、区画の上で (1) が成り立つとき、区画の上の積分について

$$\sum_k \int_{\text{区画}} g \cdot \mathrm{incoming} \;\le\; \mathrm{pref} \cdot e^{-\beta c_E t^2 \# A} \sum_k \int_{\text{区画}} g \cdot \mathrm{outgoing} \tag{6}$$

を言います。outgoing は近傍の外の行の指数です。β を細かい段の結合の程度に取ると $\beta t^2 \approx P^2$（$P = \exp((\log\log\beta)^2)$）なので、**種一つあたり $e^{-c_E P^2}$ 程度の因子**が外へ出ます[推]。outgoing の積分の大きさは、この補題は言いません[源]（11-05・11-11）。

P^2 は $\log\beta$ のどの冪よりも速く育つので、ハロの体積 $L^4 R^4$・多重対数の損失はこの因子で払えます（`Delay.inactive_price`、`YM/SectorNext/LARGE_FIELD_REMAINDERS/Delay.lean:120`）[源]（漸近の言明）。

06

本書の検討で見えていたこと

本書の検討で開いていたのは、ブロック写像で形の変わらない配位の近くで、作用の利得が釣り合って稀さが段ごとに出ない恐れでした（28-06 の「大きい場の評価」の行）。公開された構成はこれに**別の形で答えています**：表示の主な部分（粗い段へ渡す作用）を一次に切り、差を活動に入れて、**ゲージの切り口と区画の条件を満たす配位について一様な不等式** (1) を立てます。一段の写像は等式のままで、測度は変わりません。言明 (1)〜(5) には、例外の配位の型を除く仮定はありません源 。

本書が Lean で持っていたのは、一つの尺度（細かい格子の Wilson の測度そのもの）での大きい面の稀さ（22-01、チェス盤の評価から、体積に一様）でした。押し出した粗い尺度での配位ごとの不等式は、持っていませんでした。

07

読めていない所

- 三つの不等式の証明（`YM/Work/E05`〜`YM/Work/E07`）。言明と説明文だけを読みました。
- 殻の比べ（`Cops`、組の名 E02）と外側の小ささ（`Stitches`、E08）の役の細部、`Funds` の管の欄（`Deep`・`Roll`）の意味。
- `Grants`・`peel` が存在の定理の鎖に載るか（記録の上の証人は `SharpGram.habitat`）。
- 向きの平均の作用と一つの向きの crown の差を、段を跨いでどう数えているか。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
源 量化 (1) の形で、区画（とゲージの切り口・辺の下限・`Funds`）の上で $c_E t^2 \# A \le$ assessed。全ての注文で成り立つ（`grants`）	段を跨ぐ主張（一段・配位ごとの不等式）
源 粗い面の行の下界 (2)：中くらいの面で正の余り $c_{\mathrm{dir}} \tau \sigma / 4$	c_E の陽な値（L, W に依る存在だけ）
源 細かい面・罰の下界 (4)、大きい粗い面の支払い (5)	(2)・(4)・(5) の証明を本書が読んだこと
源 区画の積分から $e^{-\beta c_E t^2 \# A}$ が出る（`peel`）	残りの積分の大きさ（`peel` は言わない）
推 正の余りは粗い作用を一次に切ったことから出る	持続する配位の問題がこの切り方だけで消えること（言えるのは、切り口と区画の条件を満たす配位で一様な不等式が立つ、まで）

出典と再現

もの	種別	出典・道具
注文・切り口・量化・種一つあたりのエネルギー	源	`YM/Pressure/Seeds.lean:48`（`SliceSet`）、:89（`Teller`）、:101-127（`Funds`・`live`・`Serves`・`cash`）、:129（`Grants`）
三つの不等式と部品	源	`YM/Bid/Energy.lean:27`（E01）、:61（E03）、:83（E04）、:94（`Crowds`）・:101（`def E05`）、:103（`Seals`）・:110（`def E06`）、:121（`Lapse`）・:130（`def E07`）、:134（`Stitches`）、:142（`Belly`）、:155（`issues`）
仮定なしの成立	源	`YM/Next/FLUCTUATIONS/Grants.lean:24`（`grants`）、`YM/Integrated.lean:222`、`YM/Next/FLUCTUATIONS/Bare.lean:64`
積分から因子を出す	源	`YM/Next/FLUCTUATIONS/Sector.lean:229`（`peel`）
漸近の補題	源	`YM/SectorNext/LARGE_FIELD_REMAINDERS/Delay.lean:62`（`cover_pay`）、:120（`inactive_price`）
依存の記録	源	`verification/declaration-usage.tsv`（`Teller.Grants`・`Crowds`・`Seals`・`Lapse`・`Sector.peel` は used、証人 `SharpGram.habitat`）

この章で使った語 — 種、種の数、区画、ゲージの切り口、正の余り、ブロック化の核、注文の束。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-05 値段の配分と塊の和 — 出てきた因子を、印と組合せの支払いに分けます。

値段の配分と塊の和

この章は既存の知見（公開された構成の読み）です。§05 は本書の検討、§06 は未解決の地図です。

この章で分かること — 区画の積分から出た種一つあたりの因子 $e^{-\beta c_E t^2}$ を、どう配るかです。保証された下界 $c_E P^2/2$ の半分 $c_E P^2/4$ を「印」として出口の活動に残し、残りで塊の木の展開と被覆の組合せと多重対数の費用を払います。その結果、種を含む連結な塊の点ごとの和が $e^{-c_E P^2/4}$ に比例する量で押さえられます。

前提となる章 — 11-04 種一つあたりのエネルギー（種一つあたりのエネルギーの定数 c_E と `peel`）、7-04 クラスター展開（塊の展開と木の評価の考え方）。

先に言うこと — 勘定の欄の式は源で読みましたが、塊の和の評価の証明（Ursell の係数と木の不等式）は名前と型までしか読んでいません。この章の宣言は検証の記録で見出しの定理のどれかから届きますが、存在の定理の鎖に載るかは確かめていません。

この章の順序

1. 言明 — 値段の欄と印
2. 言明 — 種を含む塊の点ごとの和
3. 仕組みの骨子 — なぜ超多重対数の P で足りるか
4. この後の流れ — 率への換算
5. 本書の検討で見えていたこと
6. 読めていない所

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

01

言明 — 値段の欄と印

記号：粗い段の基準の結合 x、細かい段の $\beta_f = x + s\log L$（s は一ループの傾き）（`betaF`）、細かい閾 $t = \mathrm{fiery}(x, L)$、$P = \exp((\log\log\beta_f)^2)$（`fineMonitor`）。$\beta_f t^2 = P^2$ です源（定義から）。$c_E > 0$ は種一つあたりのエネルギーの定数（11-04 の c_E。この置き場の源の字句は μ）です。

収入。種一つの収入は $\mathrm{gain} = \beta\, c_E\, t^2$（`credit`、`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Grants.lean:48`）で、実際の β に依ります源。帯の条件 $\beta \ge u\,\beta_f$ の下で、収入は

$$\mathrm{gain} = \beta c_E t^2 \;\ge\; \mathrm{hatWin}(c_E, u) = c_E\, u\, P^2 \tag{1}$$

で下から押さえられます（`Delay.comparison`、`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Delay.lean:43`、`hatWin` は :28）源。$u = 1/2$ なら、**保証された下界**は $c_E P^2/2$ です。

値段の欄 `Buy.quote`（`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Buy.lean:31`）は、勘定の型 `Costs`（`Mixed.lean:26`）の欄を次のように埋めます源。使う所 `Target.costs`（`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/OptionCost.lean:83`）では $u = 1/2$ です。

欄	値（$u = 1/2$）	役
gain	$\beta c_E t^2$（$\ge c_E P^2/2$）	種一つの収入
markSeed（印）	$\mathrm{hatWin}(c_E/2, 1/2) = c_E P^2/4$	出口の活動に残す稀さ
packetRatio	$e^{-c_E P^2/8}$	塊の比（木の展開の収束）
rootHit	$e^{-c_E P^2/16} + \gamma$	木の根の重み
spendSeed	$C \cdot \mathrm{bill}^5$、$\mathrm{bill} = 1 + R + (\log\beta_f)^2$	種一つあたりの対数の費用（多重対数）
cap・extraSeed	1・0	塊に課す定数
optionalHit γ	$\beta_f^{\,r}$（$-1/2 < r < 0$）	付加の重み

源の説明文は「保証された収入の半分を、取り出す印として使う」と書きます源（説明文）。ここで**保証された収入とは下界 (1) の $c_E P^2/2$ のこと**で、印 $c_E P^2/4$ はその半分です。実際の収入 $\beta c_E t^2$ の半分ではありません（β は帯の中で動くため）。

十分条件 `Buy.quoted`（`Buy.lean:67`）源：$c_E > 0$、$z < 2$、定数 $D \ge 0$、次数 d を固定すると、十分大きい x で、種一つあたりの対数の費用と塊の定数の対数が $\mathrm{fee} = D \cdot \mathrm{bill}^d \cdot P^z$ 以

下で、γ が小さければ、組合せの条件 `Buy` が成り立ちます。`Target.pay_for`（`OptionCost.lean`）が $d = 5$ で当てています源 。

02

言明 — 種を含む塊の点ごとの和

一段の積分の結果は、種と字（入ってきた活動の番地など）の有限集合である「塊」の和に並べ直されます（11-06）。塊の重みと被覆の重みの幾何級数の十分条件が `Packets.income`・`fit`（`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Charge.lean:22-38`）です源 ：

$$\mathrm{income}(C, \mathrm{spend}, \mathrm{gain}, m) = C\, e^{(\mathrm{spend}-\mathrm{gain})\, m}, \qquad (\text{被覆の重み}) = e^{a\,\mathrm{cov}_B}. \tag{2}$$

種を含む連結な塊の点ごとの和の上界 `Cash.stocks`（`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/Bulkhead.lean`、`armK` は :41）源 ：各点 x で、x を含み、印を持ち、m 個以上の元を持つ塊 r についての、被覆の重み × 塊の重みの和は

$$\sum_{r \ni x,\ \#r \ge m} (\cdots) \;\le\; \mathrm{armK} = 2^{-m}\, e^{-\mathrm{mark}} \cdot \mathrm{mergeScale} \cdot 2 \tag{3}$$

以下です。$\mathrm{mark} = c_E P^2/4$、mergeScale は β の負の冪の速さで 0 へ行く量です源 （`tempo` の言明の型）。

どの目標に入るか。 `Buy.quote`・`Cash.armK`・`dictionary_fit` は検証の記録で used、記録の上の証人は `SharpGram.habitat` です源 。

03

仕組みの骨子 — なぜ超多重対数の P で足りるか

1. **収入の割り方。** 欄の値は、印 $c_E P^2/4$、塊の比 $e^{-c_E P^2/8}$、木の根 $e^{-c_E P^2/16}$ です源 （欄の値）。これを「保証された下界 $c_E P^2/2$ を割る」と読むのは本書の読みで（$1/4 + 1/8 + 1/16 = 7/16 \le 1/2$）、源に一つの勘定として書かれているわけではありません推 。印は塊の和 (3) に $e^{-\mathrm{mark}}$ として一度だけ残り、塊の比と根の重みが、連結な塊の木の展開の収束を払います推 。

2. **多重対数の費用**。ハロの体積、被覆の数、Haar の損失などは種一つあたり $\log\beta$ の冪の程度で、欄 $\mathrm{spendSeed} = C\,\mathrm{bill}^5 \approx C(\log\beta)^{10}$ にまとめられます源 （欄を読んだ）・推 （何が入るかの読み）。
3. **P の育ち方**。$P = \exp((\log\log\beta)^2)$ は $\log\beta$ のどの冪よりも速く、β のどの正の冪よりも遅く育ちます。だから P^2 は費用 $D\,\mathrm{bill}^d P^z$（$z<2$）に必ず勝ち、一方で閾 $t=\beta^{-1/2}P$ は 0 へ行きます（`Delay.cover_pay`・`inactive_price`）源 （漸近の言明）。
4. **割合で書く理由**。欄は全て c_E と P の関数で、β の帯の中の位置に依らない下界で書かれます。減りを次の段へ持ち越す欄は帰納の仮定に無く源 （`Conv`）、各段の c_E と率は段ごとに選ばれます。段に一様な条件は暦の側で払います（11-08・11-07）推 。

04

この後の流れ — 率への換算

塊の和 (3) は、出口の強制された活動の「率」に換算されます源 。

- `eventual_resize`（`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP/Rent.lean:34`）：率 $h \le c_E/16$ なら、十分大きい x で $\mathrm{armK} \le c\cdot Ce^{-h\,(t_y/\mathrm{gap}\,\beta)^2}$。源の説明文は「強い帳簿の更新には P^δ（$\delta<2$）でなく P^2 に比例する率が要る。小さい指数へ落とす前に、積分した見積もりから読み戻す」と書きます。
- `Pocket`・`pockets`（同じファイル :70・:76）：与えた率の上限 H に対し、率 $\le \min(H, c_E/64)$ と $h = c_E/32$ を選ぶ。
- `dictionary_fit`（`Bulkhead.lean:78`）：任意の $0\le\delta<2$ と $A\ge 0$ で、十分大きい x で $\mathrm{armK} \le e^{-AP(x)^\delta}$。ここの $P(x)$ は粗い側の基準の結合 x での値です。

換算の鎖の全体は 11-07 で読みます。

05

本書の検討で見えていたこと

本書の検討では、大きい場の稀さを $e^{-c/g^2} = e^{-c\beta}$ の型で考え、それを活動の帳簿に持たせる前提でした（28-04 の「大きい場の評価」）。公開された構成の種あたりの値段は $e^{-c_E P^2}$ で、$e^{-c\beta}$ よりずっと弱い稀さです。それで足りるのは、帰納の仮定が要求する帳簿 $e^{-P^{1/5}}$ がさらに弱いからです推 。収入を割合で割って印を残す勘定の形も、本書の側にはありませんでした。

06

読めていない所

- 塊の和 (3) の証明：Ursell の係数と Penrose 型の木の不等式（`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Ursell.lean`・`Graph.lean`）、連結な活動の辞書（`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6`）。
- Haar の損失を spendSeed の欄に入れる具体の補題（11-11）。
- 組合せの条件 `Buy` の欄の全部。
- mergeScale の定義と、β の負の冪で 0 へ行く言明（`tempo`）の細部。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
源 $\beta \ge \beta_f/2$ なら収入 $\beta c_E t^2 \ge c_E P^2/2$（保証された下界）	実際の収入の値（β は帯の中で動く）
源 印は保証された下界 $c_E P^2/2$ の半分 $c_E P^2/4$、塊の比 $e^{-c_E P^2/8}$、根 $e^{-c_E P^2/16}+\gamma$	印が「収入の半分」であること（下界の半分）
源 種を含む連結な塊の点ごとの和 $\le 2^{1-m} e^{-c_E P^2/4}\,\mathrm{mergeScale}$	その証明の中身（本書は読んでいない）
源 費用 $D\,\mathrm{bill}^d P^z$（$z<2$）までは十分大きい x で払える（`quoted`）	Haar の損失がこの欄に入ることの言明（未確認）

出典と再現

もの	種別	出典・道具
収入と保証された下界	源	`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Grants.lean:48`（`credit`）、`Delay.lean:28`（`hatWin`）、:43（`comparison`）
値段の欄	源	`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Mixed.lean:26`（`Costs`）、`Buy.lean:31`（`quote`）、:67（`quoted`）、`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/OptionCost.lean:83`（`Target.costs`）
塊の重み	源	`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Charge.lean:22-38`（`income`・`fit`）
塊の和	源	`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/Bulkhead.lean:41`（`armK`）、`stocks`、:78（`dictionary_fit`）
率への換算	源	`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP/Rent.lean:34`（`eventual_resize`）、:70（`Pocket`）、:76（`pockets`）

この章で使った語 — 値段、収入、保証された下界、印、塊、塊の比、被覆の重み、多重対数の費用。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-06 粗い段の活動の組み直し — 塊を、粗い旗を含むものと含まないものに分けて、出口の表示に入れます。

粗い段の活動の組み直し

この章は既存の知見（公開された構成の読み）です。§05 は本書の検討、§06 は未解決の地図です。

この章で分かること — 一段の積分の結果を、塊の和として並べ直した後、粗い段の表示のどこへ入れるかです。粗い旗を含む塊は出口の強制された活動の気体に、含まない塊は正則な活動の側に入ります。後者の定数は真空の項へ、錨での二次の部分は結合の直しへ流れます。

前提となる章 — 11-01（表示と気体）、11-05（塊と印）。

先に言うこと — この章は、組み直しの**分類と行き先の式**を読んだものです。粗い旗を含まない塊の値が正則な活動の番地に入る写像そのものは、本書は読んでいません。そこは推で書き、§06 に挙げます。

この章の順序

1. 言明 — 二種類の塊と気体の値
2. 言明 — 硬い群れと柔らかい群れの融合
3. 仕組みの骨子 — 小さい場に戻った欠陥の行き先
4. 読めた範囲と読めていない写像
5. 本書の検討で見えていたこと
6. 読めていない所

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

```
01
```

言明 — 二種類の塊と気体の値

一段の積分で出る量は、塊（`Molecule`：種と字の有限集合）の和に並べ直されます。塊 M の種の型を合わせたもの（`roster`）の粗い旗の集合で、塊を二つに分けます（`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/Colony.lean:26-27`）源 。

$$\mathrm{ThickP} = \{M : \ \mathrm{roster}(M).\mathrm{flags} \neq \emptyset\}, \qquad \mathrm{ThinP} = \{M : \ \mathrm{roster}(M).\mathrm{flags} = \emptyset\} \tag{1}$$

（どちらも台が空でないもの）。粗い旗を含む塊を「旗を含む塊」、含まない塊を「旗を含まない塊」と呼ぶことにします。

旗を含む塊の気体（`banked`、:43）源 ：旗を含む塊の有限集合 $\mathcal{A}$ について、その旗の在庫の和が粗い場の旗 $\mathrm{flags}_{t_m}(V)$ にちょうど一致するときだけ、台が互いに素なものの気体の値を取り、そうでなければ 0 です。これは粗い段の表示の気体（11-01 §03 の式 (6)）と同じ形です。

旗を含まない塊は、その値（`entries`）が別の気体（`ignores`・`inlet`）として、旗を含む塊の台を避けて並びます源 （定義の形）。

真空の項（`Collection.vac`、`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Evaluation.lean:29`）源 ：出口の真空の定数は

$$v_{\mathrm{out}} = \tau - \frac{1}{|\Lambda_m|}\sum_{i} \log\text{-値}_i(1) \tag{2}$$

です。τ は積分の規格化から来る定数、$\log\text{-値}_i(1)$ は正則な活動の側の各片の、平らな配位での値です。

02

言明 — 硬い群れと柔らかい群れの融合

出口の強制された活動の番地は、二つの群れをつないで作ります源 。

- **硬い群れ**：旗を含む塊の値。点ごとの和は $\mathrm{strong} = C\,e^{-r(t_y/\mathrm{gap}\,\beta)^2}$ で押さえられます（r は率、y は細かい段の基準の結合。`Pairing.strong`、`YM/Progress/DIRECTED_RECIPE/Economy.lean`）。

- **柔らかい群れ**：粗い段の健康でない所に台を持つ、小さい場の対数の片。和は $\mathrm{mild} = C(1+B)^{d}P^{e}\,\mathrm{gap}^{p}$（$p>0$）で、$\beta$ の正の冪の速さで小さくなります（`Pairing.mild`、同じファイル）。

融合の条件 `Rates`（`YM/Progress/DIRECTED_RECIPE/Tender.lean:33`）と定理 `tender`（:124）源：指数 $k \ge 0$（源の字は κ）、硬い和 a、柔らかい和 $b \le 1$ について

$$e^{-k}\left(e^{e^{k}a+2b}-1\right) \;\le\; w \tag{3}$$

（左辺は `Bid.quote`、`YM/Bid/Kitchen.lean:18`）と、被覆の数の条件 $(2B+1)^{4}(e^{k}a+2b)\le 1$ が成り立てば、融合した活動は帳簿 w の `KBound` を満たします。`Pairing.currency`（`Economy.lean:76`）が $w=e^{-k}$、$k=\mathrm{kGoal}=\mathrm{rate}\cdot(t_y/\mathrm{gap}\,\beta)^{2}$、$a=\mathrm{strong}$、$b=\mathrm{mild}$ で `Rates` を満たします。率は $r>\mathrm{rate}$ なので $e^{k}\,\mathrm{strong}=Ce^{-(r-\mathrm{rate})(\cdots)^{2}}\to 0$ です源（言明を読んだ）・推（$e^{k}a$ が小さくなる理由の読み）。

各番地は粗い旗を含むので（強制された活動の `permit`）、少なくとも一つの硬い片を含み、e^{-k} が一度掛かると読みます推。

03 仕組みの骨子 — 小さい場に戻った欠陥の行き先

細かい段で大きかった面（種）が、粗い段では閾 t_m を超えない、つまり**粗い段で小さい場に戻る**場合を考えます。その種を含む塊は粗い旗を含まないので旗を含まない塊になり、強制された活動の気体には入りません。気体は旗が空なら 1（`gas_one`）なので、そもそも強制された活動として残す場所がありません源。

行き先は次のとおりと読みます推。

1. 旗を含まない塊の値は、正則な活動の側（健康な所でだけ生きる）に入る。
2. その平らな配位での値は、式 (2) で真空の項 v へ移る。
3. 錨での曲率方向の二次の部分は、結合の直し Δ として β へ移る（`Averaging.delta`、11-09 §06）。
4. 残りは「平らな所で 0、affine な方向の二次で 0」に揃えられ（`rebate`）、正則な活動の帳簿 $\hat{g}^{11/5}$ に入る。種の印 $e^{-c_E P^{2}/4}$ があるので、帳簿を十分下回る。

粗い段でもまだ大きければ、旗を含む塊として新しい強制された活動の在庫になり、帳簿 $e^{-P^{1/5}}$ に収まればよい、という流れです（11-07）。この分け方は、欠陥が戻ったかどうかの場合分けを、粗い旗を含むかという局所の判定一つで済ませています推。

04

読めた範囲と読めていない写像

部品	水準	在りか
二種類の塊の定義 (1)	源	`Colony.lean:26-27`
旗を含む塊の気体の値（旗との完全一致）	源	`Colony.lean:43`（`banked`）
旗を含まない塊の値が Ursell の項に入り、0 でなければ粗い閾で健康	源	`Fire.lean:43`（`trained`）、`Street.lean:68`（`clean_claim`）（同じ置き場）
真空の項の式 (2)	源	`Evaluation.lean:29`
融合の条件 (3) と `currency`	源	`Tender.lean:33`・:124、`Economy.lean:76`
旗を含まない塊の値が正則な活動の番地（log-値）に入る写像	推	`entries` から先。読んでいない
入ってきた活動の番地の扱い（足跡 `forcedFoot`、被覆の費用 `forcedExtra`）	源 定義のみ	`Inherited.lean:150`・:162

どの目標に入るか。 `Collection.vac` は検証の記録で used、証人は `SharpGram.habitat` です。小さい場の一段の定理 `Return.reset` の結論に $v_F = \mathrm{vac}$ が入り、`reset` は存在の定理の鎖の上にあります（11-09）源。

05

本書の検討で見えていたこと

本書の検討では、大きい場の領域を以後固定するので、欠陥が粗い段で小さい場に戻った場合の扱いを別に考える必要がありました。公開された構成はこの場合分けを、粗い旗を含むかどうかの局所の判定で行い、戻った分を真空の項と結合の流れに乗せます推。結合の直しが表示の中の係数として決まる仕組み（10-03）と組になっています。

06

読めていない所

- 旗を含まない塊の値を正則な活動の番地へ入れる写像（`Colony` の `entries` から先、`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6`）。
- 入ってきた活動の扱い（`Sales`・`ratesCombine`、`OptionCost.lean`）から先。

- 組み直しの補題（`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP` の `Marlin`・`Trio`・`Meadow`）の証明。
- 一段の後に新しい強制された活動を作り直し、帳簿 $e^{-P_m^{1/5}}$ に収める構成の全体（11-11）。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
源 塊は粗い旗を含むかで二つに分かれ、旗を含む塊の気体は旗との完全一致のときだけ値を持つ	旗を含まない塊の値が正則な活動の番地に入る写像（読めていない）
源 出口の真空の項は $\tau - \sum \log\text{-値}(1)/\lvert\Lambda\rvert$	τ の中身（規格化の行列式など）の評価
源 硬い群れ・柔らかい群れの融合の条件 (3) を `currency` が満たす	融合の証明の細部
推 粗い段で小さい場に戻った欠陥は、真空の項と結合の直しに流れる	その流れが言明として書かれていること

出典と再現

もの	種別	出典・道具
二種類の塊・気体の値	源	`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/Colony.lean:26`・:27・:43
入ってきた活動の番地	源	`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/Inherited.lean:150`（`forcedFoot`）・:162（`forcedExtra`）
真空の項	源	`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Evaluation.lean:29`（`vac`）
融合	源	`YM/Progress/DIRECTED_RECIPE/Economy.lean:47`（`kGoal`）・:76（`currency`）、`Tender.lean:33`（`Rates`）・:124（`tender`）、`YM/Bid/Kitchen.lean:18`（`quote`）

この章で使った語 — 塊、旗を含む塊、旗を含まない塊、硬い群れ、柔らかい群れ、真空の項、結合の直し。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-07 帳簿の換算 — 出口の強い見積もりを、帰納の仮定の弱い帳簿へ移します。

帳簿の換算と、段を跨ぐ持続

この章は既存の知見（公開された構成の読み）です。§05 は本書の検討、§06 は未解決の地図です。

この章で分かること — 値段から率までの換算の鎖の終わりの部分です。一段の出口の強制された活動は、まず強い形 $e^{-\mathrm{rate}\cdot P_y^2}$ で押さえられ、それを二通りに弱めます：一段の証書に記録する $e^{-dP_y^2}$ と、帰納の仮定が持つ $e^{-P_x^{1/5}}$。そのうえで、何段も持続する欠陥がこの帳簿の下でどう扱われるかを読みます。

前提となる章 — 11-00 §03（二つの帳簿）、11-05（印と率への換算）、11-06（出口の活動の作り方）。

先に言うこと — 弱い帳簿も段 m の関数です。段に一様に成り立たせる条件は暦（β の入口・辺の下限・率の選び）の側で払っています。入ってくる活動の評価は、出口の率の式には入りませんが、一段の仮定の側で和を収束させるのに使われます。この章の換算の補題は検証の記録で見出しの定理のどれかから届きますが、存在の定理の鎖に載るかは確かめていません。

この章の順序

1. 言明 — 値段から帳簿までの換算の鎖
2. 言明 — 指数を落とす一行の不等式
3. 一段の証書の持ち運び
4. 仕組みの骨子 — 何段も持続する欠陥
5. 本書の検討で見えていたこと
6. 読めていない所

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

01

言明 — 値段から帳簿までの換算の鎖

記号：細かい段の基準の結合 y、粗い段の x、$P_y = P(y) = \exp((\log\log y)^2)$、閾 t_y。種一つあたりのエネルギーの定数を c_E とします。一段の中の換算は次の鎖です源 （各段の言明）。

順	量	在りか
1	区画の上で $c_E t^2 \#A \le \text{assessed}$	`Teller.Grants`（11-04）
2	保証された下界 $c_E P_y^2/2$ の半分を印 $c_E P_y^2/4$ に	`Buy.quote`（11-05）
3	種を含む塊の点ごとの和 $\le \text{armK} \propto e^{-c_E P_y^2/4}$	`Cash.armK`
4	率 $h \le c_E/16$ の見積もり $\text{armK} \le c\,C e^{-h(t_y/\text{gap}\,\beta)^2}$	`eventual_resize`
5	$h = c_E/32$、率 $\le c_E/64$ を選ぶ	`Pocket` ・ `pockets`
6	融合した出口の活動 $\le e^{-\text{kGoal}}$、$\text{kGoal} = \text{rate}\cdot(t_y/\text{gap}\,\beta)^2$	`tender` ・ `Pairing.currency`（11-06）
7	$e^{-\text{kGoal}} \le e^{-dP_y^2}$ と $\le e^{-P_x^{1/5}}$	`Time.late_force`（下の §02）

帯の中の β では $t_y/\text{gap}\,\beta$ は P_y の定数倍の程度なので、kGoal は $\text{rate}\cdot P_y^2$ の程度です推（`late_force` の証明の中の比べ $P_y \le 2\,t_y/\text{gap}\,\beta$ から）。

一段の出口のまとめ `Time.now`（`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Opening.lean:84`）源 は、正則な活動の出口の帳簿 $\text{forecastE} = \text{credit}\cdot\hat{g}_m^{11/5}$ と、強制された活動の出口の見積もり（`forecastK`、硬い群れの strong）を束ね、同じ見積もりから二つを出します（`K_rises` で帳簿を緩める）：帰納の仮定の形 $\|K\| \le e^{-P_m^{1/5}}$ と、一段の証書の形 $\|K\| \le e^{-d\,P_{m+1}^2}$。

02

言明 — 指数を落とす一行の不等式

`Time.late_force`（`Opening.lean:19`）源 ：$d > 0$ と定数 c について、十分大きい x で、$d \le \text{rate}/4$ を満たす全ての率と、$y = x + c$ の帯の中の全ての β について、$r = e^{-\text{kGoal}(y,\beta)}$ は

$$r \le e^{-d\,P_y^{2}}, \qquad r \le e^{-P_x^{1/5}} \tag{1}$$

を満たします。ここでの d は、§01・§03 の一段の証書の係数と同じものです（`Time.now` は、暦が選ぶ係数で $d \le \mathrm{rate}/4$ を確かめて `late_force` を使います）源。後半は `Postage.saved`（`YM/Next/SCHEDULE/Salary.lean:178`）から来ます源：二つの尺度が近い（`Alike`：$P_x \le 2P_y$ などを含む）とき、十分大きい y で

$$e^{-d\,P_y^{2}} \le e^{-P_x^{1/5}}. \tag{2}$$

証明は $P_x^{1/5} \le (2P_y)^{1/5} \le 2P_y \le dP_y^{2}$ の一行で、指数 $1/5 \le 1$ を使います源。指数が 2 未満なら何でもよい形は別の所で言われています：`Cash.dictionary_fit`（`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/Bulkhead.lean:78`）は任意の $0 \le \delta < 2$ で $\mathrm{armK} \le e^{-AP(x)^{\delta}}$（$P(x)$ は粗い側の値）です源。

注意：`late_force` は r が実際の活動の上界であることは言いません。それは §01 の鎖の 1〜6 が別に出します源。

03 一段の証書の持ち運び

一段の証書 `Directed.Move`（`YM/PCalc/Band.lean:49`）の欄 `forced` は、段 m の表示 u の強制された活動について $\|K\| \le e^{-d\,P_{m+1}^{2}}$ を言います。P は**細かい段** $m+1$ の値です源。

帰納の仮定 `Conv` と、一段の定理の入力の条件（`Program.advances`、:65）は弱い帳簿だけを持ち、強い帳簿は入りません源。強い帳簿を Move ごとに記録する補題 `Directed.holding`（:92）は**依存の外**です源（記録）。存在の定理の鎖では、`Roof.Lyrics.supplier`（`YM/FullVolume/C/Songbook.lean:76-89`）が、一段の結果の Move を段の記録（`tunes.next`）に詰めて持ち運びます源。後の段で `Move.forced` を誰が使うかは、本書は確かめていません。

04 仕組みの骨子 — 何段も持続する欠陥

読めること源。

1. 帰納の仮定の大きい場の部分は、各段 m で「強制された活動の被覆の重みつきの和 $\le e^{-P_m^{1/5}}$」だけで、**領域の履歴の欄を持ちません**（`Rep`・`Conv`、`YM/RG/History.lean:165-218`）。
2. 強制された活動は、その段の旗の上でしか 0 でありません（`permit`・`admissible`）。
3. 一の分割の重みが 0 でない所では、細かい段の旗は必ずこの段の種に触れます（`flagged`）。
4. 出口の率の式（kGoal・strong・mark）は c_E・P・β の関数で、**入ってくる活動の評価はこの式には入りません**（`Economy.lean:40-47`、`Threshold.lean:66`）。
5. 入ってくる活動の評価は、一段の**仮定の側**で使われます：`Target.Invoices` の欄 `intake`（`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/Issue.lean:73-88`）と、入ってきた番地の被覆の費用 `forcedExtra` を含む和の条件 `Sales`。和を収束させるのに使います。
6. 種一つあたりのエネルギー (`Grants`) は、ゲージの切り口と区画を満たす配位（全体の区画の条件を満たすもの）の全てについて言われます。全ての段で、その段の閾をちょうど超え続ける配位も、同じ不等式に入ります。

読みの組み立て推：何段も持続する欠陥は、各段で種として数え直され、その段の作用の差から新しい値段 $e^{-c_E P^2}$ を受け取り、粗い段でもまだ大きければ旗を含む塊として新しい強制された活動の在庫になります。前の段で払った稀さは弱い帳簿へ緩められ（`K_rises`）、次の段では、その段の作用の差から改めて取り出されます。換算の鎖で定数は段ごとに数分の一に減りますが、減りを次の段へ持ち越す欄は帰納の仮定に無く源（`Conv`）、各段の c_E と率は段ごとに選ばれます。

段に一様な条件の払い先源：弱い帳簿 $e^{-P_m^{1/5}}$ も、閾 t_m も、段 m の関数です。全ての段でこの換算が成り立つための「十分大きい x」の条件は、暦の定数として段ごとに払われます：β の入口（`Delays.betaEntry`）、辺の下限（`floorL`）、率の選び（`Pocket`）、出口の条件（`Opened`）。詳しくは 11-08。

まとめると、公開された構成は持続する欠陥について、段の数に一様な一つの評価を作るのではなく、段ごとに同じ形の弱い帳簿へ戻る評価を毎段作り、段に一様な部分を暦の条件に押し付けています推。

05

本書の検討で見えていたこと

本書の検討は、大きい場の領域を段ごとに積み上げて固定し、ブロック写像で形の変わらない配位の近くで持続する欠陥の稀さを、段の数に一様に保つ必要があると考えていました（28-

06 の「大きい場の評価」)。公開された構成は**別の形で答えています**：領域の履歴を持たず、段ごとに種を数え直し、ゲージの切り口と区画の条件を満たす配位について一様な不等式で、種あたりの因子を毎段出します。測度は変えていません。

本書の検討に足りなかった部品は、この章の換算の鎖と「二つの帳簿」の作りでした[推]。本書の帳簿 e^{-c/g^2} を「弱い帳簿と毎段の作り直し」に取り替える形が、比べの章 14-04 の材料です。

06

読めていない所

- 一段の後に新しい強制された活動を作り直し、帳簿に収める構成の全体（`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP`・`V9_JOINT_ENDPOINT_LOAD`・`ANNULUS_RATIO_INSERTIONS`）。§04 の読みの組み立ての帳尻はここにあります。
- 入ってくる活動を一段の積分の中でどう扱うか（`Sales`・`ratesCombine`、`OptionCost.lean:39` から先）。
- `Move.forced` を後の段で使う所。
- 段 m で引いた粗い作用が段 $m-1$ の細かい作用と同じ道のデータになり、作用の差が段を跨いで二重に数えられていないこと。向きの平均の作用と一つの向きの作用の差を含めた形は確かめていません。
- `late_force`・`saved` が存在の定理の鎖に載るか（記録の上の証人は `SharpGram.habitat`）。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
源 出口の見積もり $e^{-\mathrm{kGoal}}$ は $e^{-dP_y^2}$（$d \le \mathrm{rate}/4$）と $e^{-P_x^{1/5}}$ の両方以下（`late_force`）	$e^{-\mathrm{kGoal}}$ が活動の上界であること自体（別の補題が出す）
源 $P_x \le 2P_y$ なら $e^{-dP_y^2} \le e^{-P_x^{1/5}}$（証明は指数 ≤ 1 を使う）。任意の $\delta < 2$ の形は `dictionary_fit`	「1/5 に意味がある」こと
源 帰納の仮定は弱い帳簿だけを持ち、領域の履歴の欄は無い	強い帳簿が後の段で使われる所（確かめていない）
源 入ってくる活動の評価は出口の率の式に入らず、一段の仮定（`Invoices` の intake・`Sales`）で使われる	入ってくる活動の評価が一段に要らないこと（仮定の側で使われる）

言えている	言えていない
源 段に一様な条件は暦の定数（β の入口・辺の下限・率の選び）の側で払う	段に一様な条件が要らないこと（暦の側で払う）

出典と再現

もの	種別	出典・道具
指数を落とす換算	源	`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Opening.lean:19`（`late_force`）、:84（`now`）、`YM/Next/SCHEDULE/Salary.lean:178`（`saved`）、`YM/Next/SCHEDULE/Dues.lean:57`（`w`）、:118（`Alike`）
任意の指数 $\delta < 2$	源	`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/Bulkhead.lean:78`（`dictionary_fit`）
出口の率	源	`YM/Progress/DIRECTED_RECIPE/Economy.lean:47`（`kGoal`）、`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP/Rent.lean:34`・:70・:76
一段の証書と持ち運び	源	`YM/PCalc/Band.lean:49`（`Move`）、:65、:92（`holding`、依存の外）、`YM/FullVolume/C/Songbook.lean:76`（`supplier`）
入ってくる活動の評価の使い所	源	`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/Issue.lean:73`（`Invoices`）

この章で使った語 — 帳簿、強い見積もり、弱い帳簿、率、一段の証書、持続する欠陥、暦。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-08 暦 — 定数を選ぶ順 — 段に一様な条件を払う定数の選び方です。

暦 — 定数を選ぶ順

この章は既存の知見（公開された構成の読み）です。§05 は本書の検討、§06 は未解決の地図です。

この章で分かること — 一段の評価の言明は「L が十分大きければ」「W が十分大きければ」「x が十分大きければ」の形を重ねています。その「十分」を、どの順でどの定数に払わせるかの取り決めが暦です。順は、段の定数 → ブロックの辺 → 区画の幅 → エネルギーの下界の定数 → 率 → 結合の入口、です。

前提となる章 — 10-05 辺を育てる理由と暦、8-02 段取り、11-04・11-07（「十分大きい」の付いた言明）。

先に言うこと — 暦の型は、定数の依存の順を型で固定しますが、源の説明文が言うとおり「繰り込みの議論が実際にその順に収まること」を型そのものは確かめません。それは一段の定理の側の証明の仕事です。辺を育てる理由（一段の誤差を $\log b$ で割る）は第 10 部の主題で、この章は大きい場の側からの見え方だけを書きます。

この章の順序

1. 言明 — 暦と、その適合の条件
2. 言明 — 定数を選ぶ順の型
3. 言明 — 大きい場の値段の順（pricing_order）
4. 仕組みの骨子 — c_E が L に依っても勝てる理由
5. 本書の検討で見えていたこと
6. 読めていない所

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

01

言明 — 暦と、その適合の条件

段取り `Schedule`（`YM/Lattice/Scale.lean:28`）源：ブロックの比 b_m（奇数、≥ 3）と体積の周期 L_p（4 の倍数、狭義増加）。$D_N = \prod_{k<N} b_k$、間隔 $a_m = 1/D_m$。条件 `Gentle`（:129）は $\log b_m / \log D_m \to 0$ です。

暦 `Calendar`（`YM/RG/History.lean:64`）源：段取り、核の選び、基準の結合 $\bar{\beta}$、段の定数の表 `stage`、辺の表 `factor`、θ、畳み込みの回数 J（≥ 4）。ここから段ごとの量が決まります（$s = 11C_g/(24\pi^2)$ は一ループの傾き）：

$$\hat{\beta}_m = \bar{\beta} + s\log\tfrac{1}{a_m},\quad P_m = e^{(\log\log\hat{\beta}_m)^2},\quad t_m = \hat{\beta}_m^{-1/2}P_m,\quad B_m = \lceil(\log\hat{\beta}_m)^2\rceil. \tag{1}$$

適合の条件 `Calendar.Fits`（:97）源 の主な欄：

- `mesh`：`Gentle`。`sameFactor`：b_m は辺の表の $J(m+1)$ 番目。`monotoneL`・`mono`：辺と J は非減少。`stepSlow`：$J(m+1) \leq J(m)+1$。`deep`：$J \to \infty$。
- `delayed`：$\hat{\beta}_m > 1$。`smallField`：$t_m \leq 1$。
- `sizeT`：段 m の格子の辺 $\geq 100(B_m+1)$。`fitsPatch`：細かい格子の辺 ≥ 100(パッチの半径+1)。
- `driftSmall`：$\mathrm{drift}/\log b_m \leq J(m+1)^{-2}$。`logCost`：$\log(1+\text{段の定数の和})/\log b_m \leq J(m+1)^{-2}$。

最後の二つが、辺を育てる条件の中身です：段の定数の対数の費用と一ループからのずれを、$\log b_m$ で割って J^{-2} まで小さくします。$J \to \infty$ と合わせて $b_m \to \infty$ が出ます源（欄を読んだ）・推（導出の読み）。

02

言明 — 定数を選ぶ順の型

`YM/Price/Intent.lean` は、定数を選ぶ順を型の入れ子で固定します源 。源の見出しは「ブロックの比より前に選ぶ順と定数」「すでに選んだ任意の定数について成り立つ」「型そのものは、繰り込みの議論がその依存の順に収まるかを確かめない」と書きます源 （説明文）。

順	型	決めるもの
1	`Sheet`（:26）	核の選び、段の定数の表 profile、最初の番号、辺の下限の表 floorL（ブロックの比より前）
2	`Rolls`（:50）	辺 L_j。各 j で `Large`（:39）：奇数、≥ 3、$\geq \mathrm{floorL}(j)$、一段の動き（drift）が $(s/4)\log L$ 以下（`kick`）かつ $\mathrm{drift}/\log L \leq j^{-2}$（`slow`）、$\log(1+\text{定数})/\log L \leq j^{-2}$。$L_j$ は非減少
3	`Protection`（:88）	θ
4	`Delays`（:115）	結合の入口 betaEntry（辺の後）など
5	`Bar`（:123）	基準の値 $\bar{\beta}$（>1、最初の入口以上 `ready`（:126）、それ以上の全ての x で $x^{-1/2}e^{(\log\log x)^2} \leq 1$ `threshold`（:127））
6	`Wait`（:134）	待ちと窓、体積の最小
7	`Levels` と `Paid`（:145）	暦。`pays`（:154）：$\mathrm{betaEntry}(J(m+1)) \leq \hat{\beta}_m$。`volume`：体積の辺の下限

`Paid.pays` が「β の入口」を段の基準の結合で払う所です。入口の値そのもの（`Delays.betaEntry`、:116）は、「十分大きい x で成り立つ」性質の束から存在として取り出されるもので（`open_shop`）、式も数も源にありません源 。基準の値の条件 `Bar.threshold` だけから、$\bar{\beta}$ は少なくとも約 9×10^5 です読 （$\frac{1}{2}\log x = (\log\log x)^2$ の大きい方の根 $x \approx 8.97\times10^5$ を数値で求めた）。`Calendar.Fits` の `logCost`・`driftSmall` は、`Large` の欄を $L = b_m$ で読んだものです源 。

03

言明 — 大きい場の値段の順（pricing_order）

`Bid.pricing_order`（`YM/Bid/Energy.lean:173`）源 ：全ての (j,i) で種一つあたりのエネルギー `Grants` が成り立つなら、辺の下限の表 k が在って、k 以上の任意の下限の表 n、それに合う任意の辺の選び（`Rolls`）、任意の θ、任意の入口の選び V について、入口だけを上げた W（$V.\mathrm{betaEntry} \leq W.\mathrm{betaEntry}$、他の欄は同じ）が在り、値段の条件（`Ringing`）が任意の高さまで成り立ちます。

`Grants` の言明の $\exists i\ \forall L \geq i$ の i が、辺の下限 k になります（細かい面と罰の下界の N を含む）。全ての注文で `Grants` が成り立つので（`Next.Fluctuations.grants`）、この順は

`pressure_pricing`（`YM/Next/FLUCTUATIONS/Grants.lean`）として仮定なしに出ます源。

一段の大きい場の定数を選ぶ順は、次のとおりと読みます源（各型と欄の依存を読んだ）・推（一列に並べたのは本書）。

$$\underbrace{L}_{\text{辺}} \to \underbrace{W}_{\text{区画の幅}} \to \underbrace{c_E}_{\text{エネルギーの下界}} \to \underbrace{\text{rate},\, h}_{\text{率（Pocket）}} \to \underbrace{g \le \text{rate}/4}_{\text{証書の率}} \to \underbrace{\text{betaEntry}}_{\text{結合の入口}} \tag{2}$$

- L：`Grants` の i 以上（細かい面の行の交差項 $(C/L^2)t$ を勝たせる）。
- W：`Grants` の $\forall^\infty W$。罰の行が十分大きいずれを払う。
- c_E：`Grants` の $\exists c_E$（源の字は κ）。L と W に依ってよい。
- 率：`Pocket` で $h = c_E/32$、率 $\le c_E/64$（11-05 §04）。
- g：一段の証書の帳簿の係数（`PostCost`、`YM/PCalc/Loop.lean:81`）。`Time.now` は $g \le \text{rate}/4$ を仮定に取ります（`Opening.lean:84`）。
- betaEntry：以上の全ての「x が十分大きければ」を、ここでまとめて払います。出口の条件 `Opened`（`Opening.lean:45`）は入口以上の全ての x で一段の値段が払えることで、`open_shop` が入口を上げてそれを作ります源。

04

仕組みの骨子 — c_E が L に依っても勝てる理由

1. エネルギーの下界の定数 c_E は L と W に依ります。損失（ハロの体積 L^4R^4、多重対数）も L に依ります源。Haar の損失も同じ型と読みますが、その補題の在りかは確かめていません推。
2. しかし種一つあたりの値段は $c_E P^2$ で、$P = \exp((\log\log\beta)^2)$ は β とともに $\log\beta$ のどの冪よりも速く育ちます。L を止めて β の入口を上げれば、$c_E P^2$ は L に依る全ての損失に勝ちます推。
3. β の入口を上げることは、暦の上では「段 m の基準の結合 $\hat\beta_m$ が入口以上」という条件（`pays`）になります。$\hat\beta_m$ は $\bar\beta$ と $\log(1/a_m)$ とともに増えるので、$\bar\beta$ を大きく取ること（`Bar`）と、細かい段ほど $\hat\beta$ が大きいことで払われます推。
4. 辺 L_j は段とともに育ちます（`Rolls.grow`）。`Large` の条件は段 j の定数に対する比の条件なので、段の定数が段とともに悪くなっても、それより速く辺を育てて吸います源（欄を読んだ）・推（意味の読み）。

この順の全体が、11-07 の「段に一様な条件は暦の側で払う」の中身です。弱い帳簿 $e^{-P_m^{1/5}}$ を毎段作り直すことは、段ごとに入口・辺・率を選び直すことと組になっています。

05

本書の検討で見えていたこと

本書の検討でも、辺を育てる・段の定数を先に固定する・帳簿を弱く取る、という三つの手は候補として持っていました（28-05）。辺を固定した設計の下で、大きい場の稀さを段に一様に保つ道を探していました。公開された構成は、三つを全て使い、定数の依存の順を型で固定しています。本書には、この「選ぶ順の型」に当たるものはありませんでした。

06

読めていない所

- 値段の条件 `Ringing`（`YM/Pressure/Seeds.lean:155` の `Stamp`、:161 の `Ringing`）の中身。
- $\bar{\beta}$ を大きく取る条件の陽な形（言明から言えるのは $\bar{\beta} > 1$ と、入口以上であることまで）。
- `Wait` の窓（`window`）と体積の下限 `volume` が、どの評価のために要るか。
- 暦の全体を満たす具体の暦が在ること（`Fits` を満たす `Calendar` の構成）を、本書は鎖では辿っていません。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
源 暦は $\hat{\beta}_m$・P_m・t_m・B_m と帳簿を段ごとに定め、`Fits` が辺・定数・格子の大きさの条件を課す	型そのものが繰り込みの議論の依存の順を確かめること（源が否定）
源 定数の型の順は Sheet → Rolls → Protection → Delays → Bar → Wait → Levels・Paid	各型の欄の全部の役
源 `pricing_order`：`Grants` から辺の下限を作り、入口だけを上げた選びを返す	`Ringing` の中身
推 大きい場の定数は L → W → c_E → 率 → g → 入口の順に選ばれ、「十分大きい x」は入口で払う	この順が一つの宣言に書かれていること（各型の依存から並べた）

出典と再現

もの	種別	出典・道具
段取り	源	`YM/Lattice/Scale.lean:28`（`Schedule`）、:129（`Gentle`）
暦と適合の条件	源	`YM/RG/History.lean:64`（`Calendar`）、:79-86（段ごとの量）、:97（`Fits`）
定数を選ぶ順の型	源	`YM/Price/Intent.lean:26`（`Sheet`）、:39（`Large`）、:50（`Rolls`）、:115（`Delays`）、:123（`Bar`）、:145（`Paid`）、:154（`pays`）
値段の順	源	`YM/Bid/Energy.lean:173`（`pricing_order`）、`YM/Next/FLUCTUATIONS/Grants.lean:32`（`pressure_pricing`）
証書の率と出口の条件	源	`YM/PCalc/Loop.lean:81`（`PostCost`）、`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Opening.lean:45`（`Opened`）、:84（`now`）

この章で使った語 — 暦、段取り、ブロックの比、辺の下限、結合の入口、率、区画の幅。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-09 小さい場の一段 — 種から離れた所のガウスの積分と、正則な活動の帳簿です。

小さい場の一段

この章は既存の知見（公開された構成の読み）です。§08 は本書の検討、§09 は未解決の地図です。

この章で分かること — 一段の積分のうち、種から離れた所をガウスの積分として扱う部分です。押し出しの値を、近似を使わずに三つの等式でつないで粗い段の表示に書き直し、正則な活動の帳簿 $\hat{g}^{11/5}$ に収めます。共分散を窓つきの近似の逆に取り直し、その誤差を被積分関数に残すのが要です。

前提となる章 — 11-01（表示と帳簿）、11-03（区画）、9-03 ゲージ固定の二本立て、10-02 一段の写像と一ループの計算。

先に言うこと — 等式でつなぐのは一段の**表示**です。帳簿（正則な活動・強制された活動の上界）は不等式で、評価に近似を使わないという意味ではありません。展開の中身（Ursell の係数・キュムラント）と、早い帳簿から出口の帳簿への組み直しの補題は、本書は読んでいません。停留点が粗い作用と四次まで一致することは、言明の中では**条件**として運ばれ、別の定理が供給します。

この章の順序

1. 言明 — 一段の表示を等式でつなぐ
2. 座標 — 木のゲージと相対座標
3. ガウスの部分 — 精度・ギャップ・窓つきの近似の逆・減衰
4. 停留点 — 粗い作用との一致は条件として運ばれる
5. 補正の展開と早い表示
6. 限界的な項の取り出し
7. 帳簿 — なぜ $\hat{g}^{11/5}$ か
8. 本書の検討で見えていたこと
9. 読めていない所

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

01

言明 — 一段の表示を等式でつなぐ

記号：段 $m+1$ の表示を Y（結合 $\beta=\beta_{m+1}$）、段 m の基準の結合 $x=\hat{\beta}_m$、$\hat{g}=x^{-1/2}$、$P=\exp((\log\log x)^2)$、閾 $t=\hat{g}P$（粗い側の閾。9-07 の t_m、11-03 の τ に当たります。11-01 の閾の字の対応）、被覆の尺度 $B=\lceil(\log x)^2\rceil$。一段の核は $T_\beta(U,V)\propto\exp(-c_{\mathrm{pen}}\beta\sum_e \mathrm{price}(V_eQ_e(U)^{-1}))$（9-01。$c_{\mathrm{pen}}$ は罰の係数で、源の字句は `kernel.penalty`）。

押し出しの値から粗い段の表示までを、次の三つの**等式**でつなぎます源 。

$$\mathrm{push}_\beta\, Y.\mathrm{eval}\overset{(a)}{=}\mathrm{gaussian}(Y)\overset{(b)}{=}\mathrm{earlyValue}(X,v,\beta,\tau,\alpha)\overset{(c)}{=}F.\mathrm{eval}. \tag{1}$$

a. `Return.earnings`（`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Inputs.lean:56`）：押し出しは、区画の和 × 選びの和 × 前の因子 × 凍らせたリンクの Haar の積分 × ガウスの積分（`gaussian`、:40）に等しい。

b. `Return.atlas`（:70）：ガウスの区画の式が、活動の一覧 X・値 v で書いた「早い表示」に等しい、という**命題**です。説明文は「どの場の形がそのような一覧を許すかは証明しない」と書きます。この命題の実例を作るのは `Rain.sprint`（`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP/Rain/Glazing.lean:85`）で、`Song.forward`（`Song/Embassy.lean:87`：早い表示 ＝ 押し出し）はその材料です。

c. `Collection.Local.actual`（`Evaluation.lean:93`）：早い表示が、限界的な項を取り出して読み直した表示の値に等しい。

小さい場の一段の定理 `Return.reset`（`Advance.lean:65`）源 は、(b) の命題・帳簿の仮定・段 $m+1$ の連続な曲線 Y から、段 m の連続な曲線 F を作り、各点で次を言います：許可の条件（`licensed`）、一段の証書 `Move`（押し出しの等式を含む）、結合のずれ $u=\beta_F-$ **予測子** について $|u|\le$ 幅 と $t^2|u|\le H$（u は §06 の Δ に等しく、10-03 の補正 d に当たります）、真空の項 $v_F=\mathrm{vac}$。一段の定理 `Use.Machine.run`（`Downstream.lean:65`）がこれを呼び、`Mallow.Spring.moves`（`Mallow/Pediment.lean:58`）が三つの入力（帳簿 `Rain.varnish`、一覧 `Rain.sprint`、連続性 `Rain.blinking`）を渡します源 。

どの目標に入るか。存在の定理への道 `rodB`（`YM/FullVolume/Stage/Rods.lean:26`）→ `Roof.Lyrics.supplier`（`YM/FullVolume/C/Songbook.lean:76`）→ `Chord.spores`（:53）→ `Spring.moves` → `Machine.run` → `reset` は、宣言の字面で辿って確かめてあります源。ただし検証の記録の上の証人は、`reset`・`Machine.run`・`Spring.moves`・`atlas`・`earnings` とも `SharpGram.habitat` です（証人は深さ優先で最初に見つかった一つだけ）。`supplier` の証明は、`Spring.moves` が返す一段の Move を受け取って段の記録に詰めます。この章の下位の補題（`tree_gap`・`fog`・`late_cubic` など）は、記録の上の証人が `SharpGram.habitat` で、存在の定理の鎖に載るかは確かめていません。

02

座標 — 木のゲージと相対座標

1. **背景**。粗い配位 V を固定し、細かい格子に背景 $\mathrm{replica}(V)$ を置きます（`YM/PCalc/Chart.lean:35`）。ブロックの中のリンクは 1、ブロックを跨ぐリンクは V の値です源。
2. **木のゲージ**。各ブロックに木を張り、木の上のリンクを固定します。ゲージの自由度は根を固定したゲージ変換で割ります源。
3. **相対座標**。自由なリンクを $u_i = \exp(a_i)\,\mathrm{replica}(V)_i$（$a_i$ は Lie 環の値）と書きます（`lifting`、:60）源。
4. **凍らせるリンクと動かすリンク**。種の近く（半径 $10R$ の近傍）に触れるリンクは Haar の測度のまま残し（`Frozen`、`YM/SectorNext/GAUSSIAN_SECTOR_CHANGE/Shell.lean:42`）、残りのリンクだけを $a = \bar{a} + \hat{\beta}^{-1/2} z$ と置いてガウスの変数で積分します源。分け方は区画（種の型）ごとに決まり、段を跨いで運ばれません。

03

ガウスの部分 — 精度・ギャップ・窓つきの近似の逆・減衰

二次の部分。動かすリンクの座標 a について、作用を二次の部分 $\frac{1}{2}|Da+h|^2$ と残り residual に分けます（`Remainder.lean:58`）。D（`move`、`Affine.lean:208`）は、細かい面の曲率の線形化の行と、粗いリンクの罰の線形化の行を持ちます。精度は $\mathrm{gram} = D^{\mathsf{T}} D$ です源。平らな背景では、精度は $K + c_{\mathrm{pen}}\,\Pi^{\mathsf{T}}\Pi$（$K$ は面の場の運動の部分、Π は予測子の線形化）の形です（`FreeResolvent.baseMatrix`、`YM/Push/FREE_RESOLVENT/Flat.lean:81`）源。

木の切り口のギャップ `tree_gap`（`Flat.lean:198`）源：曲率の部分がギャップ a を持つなら、木の切り口に制限した平らな精度のギャップは

$$\mathrm{gap} \;\geq\; \frac{\min(a,\, c_{\mathrm{pen}})}{1+\beta_L+\gamma_L} \tag{2}$$

以上です。β_L はブロックの辺 L・畳み込みの回数・核の選びだけで、γ_L は L だけで決まり、体積の周期に依りません。罰の係数 c_{pen} が直接入ります。

減衰 `resolve_point`（`YM/Push/FREE_RESOLVENT/Inverse.lean:120`）源：重みつきの行和 $\sum_j e^{\sigma d(i,j)}|A_{ij}| \le M$ とギャップ $r>0$ から、$0 \le \gamma \le \min(\sigma/2,\; r\sigma/(4(M+1)))$ について

$$\left|(A+u)^{-1}_{ij}\right| \le e^{-\gamma d(i,j)}\,(r/2+u)^{-1}. \tag{3}$$

Combes–Thomas 型の評価で、定数は次元にも体積にも依りません。

窓つきの近似の逆。実際の積分では gram^{-1} を使わず、各番地のまわりの窓（親の距離が $R/20$ 以内の組）で Gram を逆にし、その列を集めて対称化した C（`fog`、`Chosen.lean:69`）を共分散に使います源。`SectorChange.windows`（`Windows.lean:184`）源：対称でギャップと重みつきの行和を持つ A について、ある $v, C', \lambda > 0$ が在って、窓の半径 ℓ が十分大きければ

$$\left\|\mathrm{clouded}(W,A) - A^{-1}\right\|_{\text{重みなしの行和}} \le C' e^{-v\ell}, \qquad \mathrm{clouded}(W,A)\ \text{は正定値でギャップ}\ \lambda. \tag{4}$$

差を測るのは**重みなし**の行和です。任意の窓で正定値であるとは言っていません（説明文が明記）。

変数変換と誤差の置き場。中心 $\bar a$（`meanLog`、`Chosen.lean:72`：二次の部分の最小化元を窓つきの逆で近似したもの）のまわりで $a = \bar a + \hat\beta^{-1/2} z$ と置き、z を共分散 C のガウスで積分します。被積分関数（`dyed`、`Change.lean:63`）には、$e^{-\beta\,\mathrm{residual}}$、尤度、区画の重み、そして**近似の誤差** $\mathrm{adjustment} = \frac{1}{2}(\cdots) - \mathrm{guide}(\bar a + gz)/g^2$（`Remainder.lean:124`：$C^{-1} - \mathrm{gram}$ の二次形式・中心のずれ・定数）が入ります源。近似を外へ出さず、すべて被積分関数に残すので、(a) は等式のままです。共分散が有限の到達を持つので、離れた集合のガウスの期待値は正確に独立になり、後の展開の土台になります推。

```
04
```

停留点 — 粗い作用との一致は条件として運ばれる

停留点は二通りに現れます源 。

1. **積分の中心** $\bar{a}$（§03）。二次の部分の最小化元の局所的な近似です。
2. **結合の作用の停留点** ρ：粗い対数の場 ϕ から細かい動かす座標への写像 $\phi \mapsto \rho(\phi)$ で、結合の作用 $\mathrm{tested}(\phi, \cdot) =$（段 $m+1$ の主な作用）$+ c_{\mathrm{pen}} \cdot$（罰）の停留点です。性質は四つの条件で書かれます（`YM/PCalc/Chart.lean`）：
   - `Critical`（:88）：$\rho(0) = 0$、ρ は実解析、ϕ の近くで $\rho(\phi)$ は停留点。
   - `PriceGap`（:100）：0 での Hessian $\geq \eta$。
   - `Guessed`（:97）：ρ の一階の微分が陽な線形写像に等しい。
   - `ClassicalMatch`（:108）：全ての予測子の選び i と $j \leq 4$ について、**平らな配位** $\phi = 0$ **での** j 階の jet が一致する：$\phi \mapsto \mathrm{tested}_i(\phi, \rho(\phi))$ と $\phi \mapsto \mathrm{mainTerm}_{\text{粗い道のデータ}}(\phi)$。

この一致は条件です。四つの条件は `Kin.Planned`（`YM/PCalc/Loop.lean:93`）の欄（`critical`・`gap`・`classicalPart` など）として、一段の定理の束 `Directed` の欄 `support`（`YM/PCalc/Band.lean:34`）と、供給の束の欄 `paths`（`YM/FullVolume/Roll/Fiscal.lean:37`）で**仮定の形で運ばれ**、`sailsW`（`Fiscal.lean:97`）が閉じます源 。`sailsW` の証明は `Stationary.verdant` と `Stationary.pouring` を使い、仮定は群の単純性・核の三つの義務・順の下書き・定数の列だけです。`sailsW` は記録の上で `continuum_with_position_tests`（存在の定理が呼ぶ）から届きます源 。

粗い段の主な作用は、**別に与えられる道のデータ**です（供給の束の欄 `layer`）。停留値から粗い作用を作るのではなく、与えられた粗い作用と停留値の jet が四次まで一致する、という条件を運び、別の定理がそれを満たす、という形です源 。細かい側の作用は段 $m+1$ の主な作用で、Wilson の作用と一致するのは段 N だけです（`Planned` の欄 `peak`：段 N で四次まで一致。供給の束 `Imperial` の欄 `top`（`YM/FullVolume/Roll/Fiscal.lean:38`）：段 N の道のデータは最初の段のもの、11-02）源 。予測子（核を定義する陽な写像、9-04）とは別の対象です。

05

補正の展開と早い表示

ガウスの積分の後には、局所の因子の積を有限到達の共分散で積分したものが残ります。展開の部品は、硬い芯の Ursell の係数と Penrose 型の木の不等式（`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS`）、局所の語のガウスのモーメントとキュムラント

（`YM/Primitives/CONNECTED_GAUSSIAN_CUMULANTS`）、連結な活動の jet（`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6`）と読みます推（名前と説明文から）。

結果は一つの辞書にまとめられ、`Song.forward` の**等式**「早い表示 = 押し出し」になります源。早い帳簿 `Song.loaded`（`Embassy.lean:108`）は、正則な活動の片を octaveNeed（`Song/Litho.lean:60`：$|\alpha|t^2$・β·三次の原子・β·四次の原子・一ループの原子の和）の程度で押さえます。その大きさは $\le \beta^{-7/16}$ で、出口の帳簿より大きい量です（`suns`、`Boulevard/Dawn.lean:76`）源。同じ一覧を組み直した後で、出口の帳簿 $\mathrm{forecastE} = \mathrm{credit}\cdot \hat{g}^{11/5}$ に入ります（`Rain.varnish`、`Glazing.lean:56`）。大きい台の片は、重み $e^{-(w/4)B}$ を掛けて $\beta_f^{-23/20}$ 以下です（`suns` の第三の結論、`Dawn.lean:76`。上界の量は `gold`、:30）源。

06

限界的な項の取り出し

早い表示を、次のように並べ直します（`Local.actual`・`reset`）源。

1. **真空の項**：各正則な活動の片の平らな値を集めて $v = \tau - \sum_i E_i(1)/|\Lambda|$（`vac`、`Evaluation.lean:29`）。
2. **結合の移り**：各片の錨での曲率方向の対数 Hessian を集めると、超立方の対称で $\delta_{ab}\Delta$ の形になります（`Averaging.isotropic`、`Isotropy.lean:77`）。Δ（`delta`、:75）を運動項の係数へ移し、$\beta_{\mathrm{out}} = \beta_{\mathrm{in}} + \alpha + \Delta$。$\alpha$ は一ループの係数で、道のデータの側が前もって持ちます。
3. **正則な活動の正規化**：各片を $\mathrm{rebate} = (E - E(1)) - (\text{錨での二次の多項式})$（`Residual.lean:28`）に換えます。これで正則な活動は平らな所で 0、affine な方向の Hessian 0 になり、11-01 §03 の条件 `RegularFamily` の形に戻ります。
4. **結合の決め方**：`reset` は、二つの試験配位（平らな配位と、旗の無い小さい場の配位）で密度の比が合うように β を解き、その解が「予測子 $+\Delta$」に一致することを示します（`yield_shape`、`Advance.lean:25`）。`yield_shape` は、読み直しの方程式（10-03 の (2)）の左辺が $d - \Delta$ の正の定数倍に等しいことを言うので、根は $d = \Delta$ です。この Δ が 10-03 の補正 d に当たり、§01 の u も Δ に等しくなります（`reset` の証明、`Advance.lean:54・:84`）源。結合は表示の中の運動項の係数として決まります（10-03）。

07

帳簿 — なぜ $\hat{g}^{11/5}$ か

正則な活動の帳簿は「大きさ t の方向への有限階の微分の上限」で測るので、場について k 次の項 $c\cdot(\text{場})^k$ は ct^k 程度に効きます。正則な活動に入るものの大きさは次のように読めます推（根拠の言明は源）。

入るもの	大きさ	根拠
木の段の五次以上の残り	$\beta t^5 \approx \hat{g}^3 P^5$	四次までの jet の一致の条件
一ループの三次以上の残り	$t^3 \approx \hat{g}^3 P^3$	`FiniteBound`（`YM/PCalc/Loop.lean:62`）は二階の微分を合わせる
α の三次の残り	$(\log L)\,t^3$	`late_cubic`・`CubicGate`（`YM/UVNext/COUPLING_RESET/Precision.lean:71`・:96）
大きい台の片	$e^{-(w/4)B}\cdot$ $\mathrm{octaveNeed} \le \beta_f^{-23/20}$	`suns`・`gold`

小さい片（前の三行）は $\hat{g}^{3-\varepsilon}$ 程度、大きい台の片は $\hat{g}^{2.3}$ 程度（$\beta_f^{-23/20}$）で、どれも $\hat{g}^{11/5}$ の帳簿に入ります。一方、二次（限界的）の係数は正則な活動に残さず β へ（Δ と α）、定数は v へ移します。$11/5$ は、限界の次数 2 と最初の非限界の次数 3 の間にあって、両側に多重対数を吸う余白を残す数と読めます推。`late_cubic`（:71）は、任意の C について十分大きい x で $C\theta^3 \le \hat{g}^{11/5}$（$\theta = \hat{g}P$）を言います源。読み直しの損は段の定数 $\mathrm{credit} = 1/(64(1+\mathrm{base}))$（`Tables.lean:36`）が先払いします源。

08

本書の検討で見えていたこと

本書は、自由場の一段を Lean で持っています：線形化したブロック写像の押し出しの共分散 $CTC^\dagger$、面の場の共分散の上界、段に一様な縮み（15-12・15-13）。非ガウスの一段（頂点の評価、局所化、受け渡しの余白の損）は紙の検討までです。

- 本書の「線形化したブロック写像」に当たるのは、予測子の線形化 Π です。平らな精度 $K + c_{\mathrm{pen}}\Pi^{\mathsf{T}}\Pi$ のギャップ (2) と減衰 (3) が、本書の面の場の共分散の上界に当たります推。
- 公開された構成には、段を跨いで共分散を分解して使う作り（本書の段に一様な縮み）はありません。一段ごとにその段の有限到達の共分散を作り直します推。
- 共分散を窓つきの近似の逆に取り直し、誤差を被積分関数に残す作りは、本書の「受け渡しの余白の損」を、評価の損でなく被積分関数の項として運ぶ形です推。
- 帳簿を毎段その段の $\hat{\beta}$ の関数として定義し直し、有限階の微分のノルムで測る作りで、本書の紙の検討で段ごとに積もっていた閾と半径の損を、帰納の仮定が運ばない作りになってい

ます[推]。

09

読めていない所

- 早い帳簿から出口の帳簿への組み直しの中身（`Marlin`・`Trio`・`Meadow`・`Rain` の `innings`）。とくに β-三次の原子が打ち消し合う所。
- `Kin.Planned` の供給の証明の中身（`YM/Next/STATIONARY` から `sailsW` まで）。
- 平らでない背景での Gram のギャップ（`YM/SectorNext/GAUSSIAN_SECTOR_CHANGE/Gap.lean`）と (2) の繋ぎ。
- 展開の型（連結な活動の辞書、Ursell の係数の評価）の具体。
- 規格化の行列式の評価（真空の項の τ の中身）。
- 予測子の線形化と、粗い道のデータの運動項（輸送した曲率）の関係。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
[源] 押し出し ＝ ガウスの区画の式 ＝ 早い表示 ＝ 読み直した表示、の三つの等式で一段の表示をつなぐ（一覧の実例は `Rain.sprint`）	評価に近似を使わないこと（帳簿は不等式）
[源] 木の切り口のギャップ (2)、減衰 (3)、窓つきの近似の逆の誤差 (4)（重みなしの行和）	任意の窓での正定値性
[源] 停留値と粗い作用の、平らな配位での四次までの jet の一致は `Kin.Planned` の条件として運ばれ、`sailsW` が供給する	粗い作用を停留値から作ること（粗い作用は別に与えられる道のデータ）
[源] 限界的な項：平らな値は真空の項へ、錨での二次 Δ は結合へ、残りは rebate で正規化	組み直しの補題の中身
[推] 帳簿 $\hat{g}^{11/5}$ は限界の次数 2 と最初の非限界の次数 3 の間の数	$11/5$ の選びの理由が源に書かれていること

出典と再現

もの	種別	出典・道具
三つの等式と一段の定理	源	`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Inputs.lean:40`・:56・:70、`Evaluation.lean:29`・:93、`Advance.lean:25`・:65、`Downstream.lean:65`
一覧の実例と材料	源	`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP/Rain/Glazing.lean:56`・:85、`Song/Embassy.lean:87`・:108、`Song/Litho.lean:60`、`Boulevard/Dawn.lean:30`・:76、`Mallow/Pediment.lean:58`
存在の定理への道	源	`YM/FullVolume/Stage/Rods.lean:26`、`YM/FullVolume/C/Songbook.lean:53`・:76
座標	源	`YM/PCalc/Chart.lean:35`・:60、`YM/SectorNext/GAUSSIAN_SECTOR_CHANGE/Shell.lean:42`
ガウスの部分	源	`YM/Push/FREE_RESOLVENT/Flat.lean:81`・:198、`Inverse.lean:120`、`YM/SectorNext/GAUSSIAN_SECTOR_CHANGE/Affine.lean:208`、`Remainder.lean:58`・:124、`Windows.lean:184`、`Chosen.lean:69`・:72、`Change.lean:63`
停留点の条件と供給	源	`YM/PCalc/Chart.lean:88`・:97・:100・:108、`YM/PCalc/Loop.lean:62`・:74・:93、`YM/PCalc/Band.lean:34`、`YM/FullVolume/Roll/Fiscal.lean:37`・:97
限界的な項と帳簿	源	`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Isotropy.lean:75`・:77、`Residual.lean:28`、`Tables.lean:36`、`YM/UVNext/COUPLING_RESET/Precision.lean:71`・:96

この章で使った語 — 相対座標、木のゲージ、精度、木の切り口のギャップ、窓つきの近似の逆、停留点、jet の一致、早い表示、真空の項、結合の移り。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-10 固定した段の収束と、段を外す一段 — 段を止めて $N \to \infty$ とする議論です。

固定した段の収束と、段を外す一段

この章は既存の知見（公開された構成の読み）です。§06 は本書の検討、§07 は未解決の地図です。

この章で分かること — 段 m の表示の材料（結合・活動・道のデータ）が、切断 N について列の全体で収束する理由です。源は「N と N' を量で比べる評価」ではなく、コンパクト性と、段 0 に錨を下ろし上から縮む一意性と、部分列の原理です。そこから密度の一様収束、観測量の像、段を外す一段を経て、体積を止めた紫外の極限が列の全体で出ます。

前提となる章 — 11-01（表示）、10-04 射撃法（段 0 で $\beta = \bar{\beta}$）、8-05 相関関数と極限の順、8-04 繰り込んだ挿入。

先に言うこと — 収束は質的で、速さは言明にありません。体積 p ごとの収束で、p に一様な言明はありません。極限の対象（極限の測度、極限の表示）は定義されていません。一段の写像の縮みの定数 $1/16$ の源（一段の写像の解析的な評価）は、本書は読んでいません。

この章の順序

1. 言明 — 材料の収束・密度の一様収束・段を外す評価・紫外の極限
2. 仕組みの骨子 1 — 材料の収束の源
3. 仕組みの骨子 2 — 密度・観測量・較正
4. 仕組みの骨子 3 — 段を外す一段
5. 極限の対象は作られていない — 段 0 の理論について言えること・言えないこと。
6. 本書の検討で見えていたこと
7. 読めていない所

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

01

言明 — 材料の収束・密度の一様収束・段を外す評価・紫外の極限

体積を止めた紫外の極限（委員会の評価書の定理 4.1）評 ：構成は間隔の列 $a_N \to 0$、体積の列 L_p、結合 $\beta_{N,p}$ を選び、各体積 p と各ラベルの列・各試験関数（点の重なりを避け、体積の内側に台を持つ）について、相関 $C_{N,p}(v;f)$ の極限 $S_p(v;f) = \lim_{N\to\infty} C_{N,p}(v;f)$ が**選んだ間隔の列の全体に沿って**在り、点の重なりの外で C^∞ の核で表されます（評価書 §4.3）。間隔の列についての普遍性は無い、とも書いています評 。Lean の側では `Campaign.realUV : PositionsUV R.family Sequence.full`（`YM/FullVolume/Fields/Filled.lean:45`）です源 。公開の言明でも、各体積 p で切断 N について列の全体の収束を要求し、部分列になるのは体積の列だけです（`Converges`、`PublicWilson.lean:85-90`）源 。核と差分つきの強い形（`PositionsUV … Sequence.full`）は、構成の定理 `constructed` の結論にだけあります源 。

その筋の部品は次のとおりです源 。どれも記録の上で `continuum_with_position_tests`（存在の定理が呼ぶ）から届きます。

順	言明	在りか
1	材料の収束の束：段 k 以上で $\beta(N,p,i)$ が Cauchy、活動がノルム `Show` で Cauchy、道のデータが収束	`Helmet`（`YM/FullVolume/Gables/Honors.lean:30`）、供給 `helmed`（:62）
2	源：段 0 の結合が収束する軌道の列は、全段の材料が列の全体で収束する	`Window.allB`（`YM/FullVolume/Glide/Triumph.lean:37`）
3	段 m の有効密度（真空の定数を外したもの）が、配位の空間の上の上限ノルムで N について一様に Cauchy、総量も Cauchy	`Flux.fanned`（`YM/FullVolume/Fields/Cement.lean:50`）、`Flux.lacks`（:56）
4	観測量の段 m への像が一様に Cauchy	`Rising.hail`（`YM/FullVolume/Fields/Capital.lean:57`）
5	真の格子の相関と段 j の読み出しの差 $\le$ $\mathrm{refreeze}/(e^{B_j/64}/2)$（$N$ に依らない）	`Sever.echoes`（`YM/FullVolume/Fields/Peat.lean:42`）
6	真の格子の相関が N について Cauchy	`Rising.arrives`（`YM/FullVolume/Fields/Timber.lean:74`）
7	一様な有界性＋一般の位置での点ごとの Cauchy ⇒ 微分つきの局所一様収束	`positioned`（`YM/FullVolume/Profiles.lean:42`）

「一様に Cauchy」は型 `Confluence`（`YM/FullVolume/Fields/Basin.lean:10`）で、最終的な一様有界性と、$\forall \varepsilon\ \exists N_0\ \forall n, n' \ge N_0\ \forall V:\ \mathrm{dist}(f_n(V), f_{n'}(V)) \le \varepsilon$ の二つです源。3 の仮定 `Flux` は `Rising.flooded`（`Capital.lean:31`）が段 $k \le m$ で与え、主定理では $k = 0$ です（`sees`、`Filled.lean:30`）。したがって全ての段 $m \ge 0$、全ての p で、切断の列の全体について成り立ちます源。

02

仕組みの骨子 1 — 材料の収束の源

座標。段 m の結合を基準の値 $\hat{\beta}_m$ に対する比の座標 λ_m で測り（許される帯は有界区間）、活動を段 m の目盛りのノルム `Show`（`YM/FullVolume/Table/Tabs.lean:66`）で測ります。`Show` は、点ごとに錨を下ろした多角形の、被覆数の指数で重みを付けた微分の上限の和を、段の帳簿（$\hat{g}_m^{11/5}$ と $e^{-P_m^{1/5}}$）で割ったものの上限で、体積に依らない形です源。どの軌道でも、活動のノルムは $1/8$ 以下です源。

一段の写像の縮み `Muse.ticket`（`YM/FullVolume/Gain/Rate.lean:94`）源：(λ, K) に最大のノルムを入れると

$$\|\Delta K_m\| \le \tfrac{1}{16} \max\big(|\Delta\lambda_{m+1}|, \|\Delta K_{m+1}\|\big), \qquad |\Delta g_m| \le 8 f_m \max(\cdots). \tag{1}$$

g_m は一段の結合のずれ（一ループの部分を除いた残り）、f_m は段に依る定数です。証明は解析性からの Cauchy の評価です源（言明を読んだ）・推（意味の読み）。`Window.curls`（`Glide/Duty.lean:45`）は同じ評価を完備化の距離で書いたものです。

四つの部品源。

1. **コンパクト性**（`thinning`、`Triumph.lean:28`）：各段の λ_m は有界区間に入るので、可算積のコンパクト性から、全段で同時に収束する部分列が取れる。
2. **結合が収束すれば活動も収束**（`bankA`、:25）：段 b で活動を 0 から始め直した軌道との差は、段 m で $(1/16)^{b-m}$ 以下（`Window.culprit`、`Glide/Wings.lean:59`、上端の忘却）。始め直した軌道どうしは有限段の連続性で比べる。$\varepsilon/3$ で閉じる。
3. **一意性**（`Window.accord`、`Glide/Coincide.lean:58`）：段 0 の結合の極限が等しい二つの極限の軌道は、全段で一致する。
4. **部分列の原理**（`travels`、`YM/FullVolume/Artes/Events.lean:11`）：任意の部分列がさらに同じ極限への部分列を持てば、列の全体が収束する。

一意性の自己評価。二つの軌道の段 i の差を $y_i = \max(|\Delta\lambda_i|, \|\Delta K_i\|)$、$Y = \sup_i y_i$ とします。活動は上（細かい側）から縮んで $\|\Delta K_i\| \le Y/16$。結合は段 0 で等しく（錨）、細かい側へは一段のずれの和で伝わります（`arrest`、`Coincide.lean:43`）：

$$|\Delta\beta_i| \le \sum_{j<i} 4\,\mathrm{stow}(j)\,Y \le 4Y \cdot \mathrm{glint} \cdot \mathrm{brace}(i). \tag{2}$$

最後の不等号は暦の条件 `Search.radiusB`（`YM/FullVolume/Gain/Motion.lean:48`：$\sum_{i<m} \mathrm{stow}(i) \le \mathrm{glint} \cdot \mathrm{brace}(m)$）です。座標の取り替えから $|\Delta\lambda_i| \le Y/32$。合わせて $Y \le Y/16$、よって $Y = 0$ です源。

意味推：段 0 で結合を、段 ∞ で「活動が有界」を境界条件とする、段 $[0,\infty)$ の上の二点境界値問題の解の一意性です。限界的な方向（結合）は段 0 に錨を下ろし、射撃（10-04）で全ての N, p で $\beta = \bar\beta$ に揃えます。無関係な方向（活動）は上から縮みます。上端（裸の Wilson の段）の差は小さい必要が無く、有界であれば足ります。

源の鎖は `helmed` ← `Winter.convergence` ← `allB` です（`Winter`、`Glide/Vac.lean:31`）源。速さは出ません：コンパクト性を通るからです源。

03

仕組みの骨子 2 — 密度・観測量・較正

密度。段 m の表示は材料の連続関数です：道の作用は結合と道のデータについて一様に連続、活動の和も連続、気体は箱の上の有限の和と積です。`Confluence` が和・積・連続写像の合成で閉じていることから、密度が上限ノルムで一様に Cauchy になり（`fanned`）、配位の空間がコンパクトで基準の測度が確率測度なので、総量も Cauchy です（`lacks`）源（言明を読んだ）・推（筋の読み）。

正規化した密度 eval/Z_N の一様収束は、名前のついた言明としてはありません。`fanned`・`lacks` と、分母の N に依らない正の下界（`lingers`、`YM/FullVolume/Fields/Till.lean:20`）から一行で出ます。上限ノルムの収束は全変動の収束を含みます推。

観測量の較正。次数 $\le d$ の局所場の係数は有限次元の空間に住み、一段で線形同型 `leanings`（`YM/FullVolume/Mark/Nursery.lean:11` の `Club`）で写り、逆は一様に有界、剰余は一段で $1/2$ に縮みます。基準の段 $r = \mathrm{ref}(d)$ で読むとちょうど v になるよう係数を逆算し（8-04）、段 r から逆写像で運ぶと、段 $m \ge r$ の係数が N について Cauchy になります

（`Gear.spends`、`YM/FullVolume/Mark/Sages.lean:66`；`Branch.winds`・`stays`、`YM/FullVolume/Gables/Master.lean:44`・:50）源。構造は §02 と同じ「錨のある限界的な方向＋縮む剰余」で、線形で有限次元なのでコンパクト性は要りません推。

04

仕組みの骨子 3 — 段を外す一段

段 j を止めると、段 j の表示の上で観測量の段 j の像を使った読み出しは N について Cauchy です（`latter`、`Timber.lean:58`）源。一方、`echoes` は

$$\| \text{真の格子の相関} - \text{段 } j \text{ の読み出し} \| \;\le\; \frac{\mathrm{refreeze}}{e^{B_j/64}/2}, \qquad B_j = \lceil (\log \hat{\beta}_j)^2 \rceil \tag{3}$$

を、点の隔たりが段 j の単位で B_j^2 以上という仮定（`Drake`）の下で言います源。右辺は N に依りません。refreeze（`YM/FullVolume/Fields/Flight.lean:28`）は基準の段の格子の点の数の指数を含み、体積 p に一様ではありません源。小ささ $e^{-B_j/64}$ は a_j のどの冪よりも遅い速さです推。物理の長さでは $B_j^2 a_j \to 0$ なので、固定した離れた点は十分細かい段で仮定を満たします推。

`arrives` は、$\varepsilon/4$ を取り、(3) の右辺が $\varepsilon/4$ 以下になる段 j を選び、`latter` と三角不等式で、真の格子の相関が N について Cauchy であることを出します源。最後に `positioned` が、一様な有界性（`FixedBounds`）と同程度連続性で、稠密な点から局所一様・微分つきへ広げます源。

図を言葉で書きます。縦に段（下が 0、上が細かい側）、横に切断 N を取ると、各 N の軌道は段 N（裸の Wilson）から段 0（結合 $\bar{\beta}$）までの縦の線です。固定した高さ m の横線の上で、切り口（段 m の表示）が N とともに収束するのが §02・§03 です。`arrives` は、高さ j を十分上に取れば、頂上（真の相関）と高さ j の切り口の差が N に依らず小さい、と言います。段 0 は単位を決める所で、相関の評価には使われません。

05

極限の対象は作られていない

- 段 m の極限の測度 $\mu_{\infty,p,m}$、極限の密度、極限の表示に、名前のついた定義はありません源（検索の範囲は FullVolume・RG・Extraction）。在るのは材料の収束（結合の Cauchy、活動の Cauchy、ある極限の道のデータの存在）までです。

- 極限の密度が同じ形の表示を持つこと、段の間で $\mu_{\infty,p,m} = \mathrm{push}(\mu_{\infty,p,m+1})$ と整合することは、言われていません源 。
- 一段の核は $\beta(N,p,m+1)$ に依るので、段 m の押し出しの測度は「固定した写像で Wilson の測度を押し出したもの」ではなく、N とともに写像そのものが動く対象です源（`Transfer` の形）。
- 証明の筋は極限の対象を作らず、固定した段の Cauchy から段を外して、真の格子の相関の Cauchy へ直接行きます。
- 繰り込んだ段（段 0 を含む）の測度の鏡映正値性は言われていません源 （名前の検索の範囲）。鏡映正値性の言明は、裸の Wilson の測度についての `Slice.reflected_positive`（`YM/Slice/Reflection.lean:98`）です。核のパッチが面を跨ぐので、押し出しが自動では継がないと読みます推 。
- 段 0（間隔 1）より粗い尺度への繰り込みはありません。段の番号は自然数で、段 0 が最も粗い段です源 （名前の検索の範囲）。
- 体積：縮みと Lipschitz の定数は p に依りませんが、収束は p ごとの質的な言明です。密度の水準の評価（`refreeze`、分母の下界）は体積の指数を含みます。一方、一段の帳簿（`EBound`・`KBound`、`Show`）は点ごとの和で、体積に依りません源 。

段 0 の理論について言えること・言えないこと

残る問いを「段 0（間隔 1）の有効な格子の理論の、長い距離の問い」と言い直すときに、源から言えることと言えないことを並べます。

項目	源に在ること	源に無いこと
結合	全ての N,p で $\beta(N,p,0)=\bar{\beta}$（`Selected.reaches`、`YM/RG/History.lean:239`）源	—
極限の対象	段 0 の有効密度が N について一様に Cauchy（p は固定）源	極限の測度の定義と、その表示源 （名前の検索の範囲）
観測量の像	段 m への像は、基準の段 $\psi(d)\le m$ の観測量について（`hail` の仮定、`YM/FullVolume/Fields/Capital.lean:57`）源 。段 0 では基準の段が 0 以下の観測量だけ	基準の段が 0 より上の観測量の、段 0 での像
体積	体積に依らないのは一段の帳簿（点ごとの和）源	密度の水準の評価の体積に一様な形（`refreeze` などは体積の指数を含む）
鏡映正値性	裸の Wilson の測度について（`Slice.reflected_positive`）源	段 0 の測度について

項目	源に在ること	源に無いこと
一段の評価の入口	平滑化の番号 j と結合の値 x について「$\mathrm{betaEntry}(j) \le x$ なら成り立つ」の形（`Delays.betaEntry`、`YM/Price/Intent.lean:116`；`Opened`、`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Opening.lean:45`）源	入口の値の式や数。値は「十分大きい x で成り立つ」性質の束から存在として取り出される
基準の結合 $\bar\beta$	$\bar\beta > 1$、最初の入口以上（`Bar.ready`）、$\bar\beta$ 以上の全ての x で $x^{-1/2}e^{(\log\log x)^2} \le 1$（`Bar.threshold`、`YM/Price/Intent.lean:126-127`）源。最後の条件だけから $\bar\beta \gtrsim 9 \times 10^5$ 読（数値で根を求めた）	$\bar\beta$ の陽な値
粗い側への繰り込み	—	段 0 より粗い段（強結合の側へ流す段）
粗い Wilson ループとの関係	—（言明は無い）	段 0 の配位の Wilson ループと、細かい場（あるいは連続）の Wilson ループの関係 源（名前の検索の範囲。16-03 §04）

06

本書の検討で見えていたこと

本書の検討の紫外の鎖は、固定した粗い格子の上の押し出しの測度 $\nu_{n,m}$ の族について、**部分列の極限**を取り、性質を移すものでした（28-01 部分列の極限の含意）。

- 公開された構成の固定した段の収束は、本書の「部分列の極限」の位置に当たり、部分列なしで出ています源（言明を読んだ）・推（対応の読み）。
- ただし対象は同じではありません。公開された構成の押し出しは $\beta(N, p, m+1)$ に依る確率の核の合成で、本書の押し出しは N に依らない決定的なブロック写像です。公開された構成の収束から本書の $\nu_{n,m}$ の収束は出ません推。
- そのまま借りられる型推：部分列を消す骨格（コンパクト性・一意性・部分列の原理）、上端の忘却、自己評価 $Y \le Y/16$ の型。どれも写像が決定的かどうかに依りません。
- 借りられないもの推：全段で同じ形を保つ表示そのもの（大きい場の扱いと同じ所）と、**錨**。本書は β_N を外から与える設計なので、限界的な方向に錨がありません。本書の部分列の曖昧さは、ここから来ている可能性があります。

07

読めていない所

- 一段の写像の解析的な評価の源（`Muse.income`・`Pass.income`）。縮みの定数 $1/16$ の出どころで、小さい場・大きい場の解析の本体です。
- 切断の違う一段写像を比べる連続性（`Bill.taxes` の中の `Pith.shall`）。
- 有限の N での射撃の一意性（`Jewel.unique` の供給の中身）。
- 係数の写し `leanings` の行列の形（恒等の場・次数の低い場との混合が三角か）。
- `Show` の完備性、極限の活動の存在。
- `Next.Free.Amplify`（`Helmet` の欄 `rises`）の意味。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
評 体積を止めた紫外の極限は、選んだ間隔の列の全体に沿って在る（評価書の定理 4.1）。公開の言明（`Converges`）も切断について列の全体を要求し、部分列は体積だけ 源	間隔の列についての普遍性、体積に一様な収束、無限体積の極限の一意性
源 材料の収束の源は、コンパクト性＋段 0 の錨と上からの縮みによる一意性＋部分列の原理（`allB`）	収束の速さ（言明に無い）
源 段 m の有効密度は上限ノルムで N について一様に Cauchy（全ての $m \geq 0$、p、列の全体）	正規化した密度の収束の名のついた言明（一行で出るが無い）
源 段を外す差は N に依らず $\mathrm{refreeze} \cdot 2e^{-B_j/64}$ 以下（点の隔たり $\geq B_j^2$）	この差の p に一様な評価
源 極限の測度・極限の表示・段の間の整合は定義も言明も無い	極限の対象の性質（鏡映正値性など）
源 鏡映正値性は裸の Wilson の測度についてだけ言われ、段 0 より粗い繰り込みは無い	繰り込んだ段（段 0 を含む）の測度の鏡映正値性

出典と再現

もの	種別	出典・道具
体積を止めた紫外の極限	評	評価書 §4.3（定理 4.1）

もの	種別	出典・道具
材料の収束と源	源	`YM/FullVolume/Gables/Honors.lean:30`・:62、`Glide/Vac.lean:31`、`Glide/Triumph.lean:25`・:28・:37、`Glide/Coincide.lean:43`・:58、`Glide/Wings.lean:59`、`Glide/Duty.lean:45`、`Gain/Rate.lean:94`、`Gain/Motion.lean:48`、`Artes/Events.lean:11`、`Table/Tabs.lean:66`
密度・観測量	源	`YM/FullVolume/Fields/Basin.lean:10`、`Cement.lean:50`・:56、`Capital.lean:31`・:57、`Till.lean:20`、`Filled.lean:30`・:45
較正	源	`YM/FullVolume/Mark/Nursery.lean:11`、`Mark/Sages.lean:66`、`Gables/Master.lean:44`・:50
段を外す一段	源	`YM/FullVolume/Fields/Peat.lean:42`、`Flight.lean:28`、`Timber.lean:58`・:74、`YM/FullVolume/Profiles.lean:42`
依存の記録	源	`verification/declaration-usage.tsv`（この章の宣言は used、証人 `continuum_with_position_tests`）

この章で使った語 — 材料の収束、一様に Cauchy、上端の忘却、錨、二点境界値問題、部分列の原理、較正、段を外す一段。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：11-11 この部で読めていない所 — 部の全体の一覧です。その後は 第 12 部 無限体積と再構成 へ。

この部で読めていない所

この章は未解決の地図です。§01 は案内です。

この章で分かること — 第 11 部の各章で書いた「読めていない所」を一つの表にまとめ、在りか（ファイルの相対パス・宣言）と、その所が部のどの主張の帳尻に当たるかを並べます。

前提となる章 — 11-00（札と引用の水準）。各行の主題は、表の右の列の章にあります。

先に言うこと — ここに挙げるのは、本書が源を読めていない所です。公開された構成の証明に穴があるという意味ではありません。公開された構成の結果は、委員会が Lean で証明されていると評価した水準のままです。

この章の順序

1. この一覧の読み方
2. 大きい行 — 部の主張の帳尻に当たる所
3. 章ごとの一覧
4. どの目標に載るかを確かめていない宣言
5. 読むときの注意

札：源 ＝公開された構成の源を読んだ／推 ＝本書の推し量り／評 ＝委員会の評価書による。ほかの札（初・典・読・Lean など）は本全体と同じ意味です（くわしくは 6-00 の「札」）。

01

この一覧の読み方

行ごとに、何が読めていないか、在りか（`YM/` からの相対パスと宣言の名）、その所が部の中のどの主張に効くかを書きます。在りかは、名前と型までは本書が源で確かめたものです。証明の中身は読んでいません。在りかが候補でしかないものは「候補」と書きます。

02

大きい行 — 部の主張の帳尻に当たる所

読めていない所	在りか	効く主張
Haar の損失の補題の在りか。 種の近くで Haar の測度のまま積分するリンクの、ガウスの規格化に対する損失を、どの補題がどこへ入れるか。大きい場の置き場の `Marginal`（45 宣言）・`Haar`（3）・`Leases`（26）・`Grant`（10）は全て依存の外	候補：`YM/SectorNext/GAUSSIAN_SECTOR_CHANGE/Haar.lean`・`Counting.lean`、`YM/AnalyticBridge/SELECTED_ORDERED_KERNELS`、`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/IssuePlan.lean:34`（`Expense`）	種一つあたりの対数の費用の欄に入るという読み（11-05 §03）
値段を出したあとの残りの積分の上界の全体。 `peel` は残り（outgoing）の積分の大きさを言わず、置き場の説明文も「出口の乗数の費用に条件つき」と書く	`YM/Next/FLUCTUATIONS/Sector.lean:229`（`peel`）、`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Grants.lean`（説明文）、`YM/SectorNext/LARGE_FIELD_REMAINDERS`（`Annulus.lean:47`・`CorePacket.lean:62`）→ `YM/AnalyticBridge/ANNULUS_RATIO_INSERTIONS` → `YM/PhysicalNext/V9_JOINT_ENDPOINT_LOAD`	種あたりの因子が実際に一段の出口まで届くこと（11-04 §05）
一段の定理の組み立ての中身。 三つの入力（一覧の等式・帳簿・連続性）から Move を出す所と、大きい場の帳簿との結び	`YM/AnalyticBridge/VERIFIED_RESET_STEP/Downstream.lean:65`（`Use.Machine.run`）、`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP/Venue.lean:47`（欄 `machine`）	一段の証書（11-00 §03）

読めていない所	在りか	効く主張
組み直しの補題。早い帳簿 $\beta^{-7/16}$ から出口の帳簿 $\hat{g}^{11/5}$ への組み直し（三次の原子の打ち消し）と、一覧の実例を作る所の中の補題	`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP/Marlin`（`carries` など）・`Trio`・`Meadow`・`Beam`（`travels`）・`Rain`（`innings`）	正則な活動の帳簿（11-09 §05）
一段の後に新しい強制された活動を作り直し、帳簿に収める構成の全体	`YM/PhysicalNext/RG_NEXT_COMPLETE_REPEATABLE_NONLINEAR_STEP`（`Roost`・`Lotus`・`Sward`）、`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6`（`OptionCost.lean:39` の `ratesCombine` から先）	段を跨ぐ持続の読みの帳尻（11-07 §04）
一段の写像の解析的な評価の源。縮みの定数 1/16 の出どころ	`YM/FullVolume/Gain/Rate.lean`（`Muse.income`）、`Pass.income`	材料の収束（11-10 §02）

03

章ごとの一覧

章	読めていない所	在りか
11-01	道のデータの `Bounds` の欄の全部の意味	`YM/RG/PathActions.lean:173`
11-01	強制された活動の追加の条件（`extraTest`）の役	`YM/RG/Activities.lean`（`ForcedAddress`）
11-02	最初の強制された活動を塊に並べる構成と、最初の帳簿に入ること	`YM/Extra/WILSON_STARTUP/Packets.lean`・`Ink.lean`
11-02	向きの枠で読んだ due（`owed`）と due の対応	`YM/Extra/WILSON_STARTUP/Ownership.lean:193`
11-03	滑らかな一の分割を種の型の分割に組む所と、遷移の幅の当て方	`YM/Push/SECTOR_MEASURE/Profile.lean`（`Chi`）
11-03	区画どうしの重なりの説明、ブロック化の核 Φ・雑音への配りの作り方	`YM/Push/SECTOR_MEASURE/Overlap.lean`、`YM/Pressure/Rows.lean`（`leap`・`kick`）

章	読めていない所	在りか
11-04	粗い面・細かい面と罰・大きい粗い面の支払いの三つの不等式の証明	`YM/Work/E05` 〜 `YM/Work/E07`
11-04	注文に合う条件 `Funds` の管の欄（`Deep`・`Roll`）の意味	`YM/Pressure/Seeds.lean:101`
11-05	種を含む塊の和の証明（Ursell の係数、Penrose 型の木の不等式、連結な活動の辞書）	`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Ursell.lean`・`Graph.lean`、`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6`
11-05	組合せの条件 `Buy` の欄の全部、塊の尺度の量の定義	`YM/Push/ABSOLUTE_SUMS/Mixed.lean`、`Bulkhead.lean`
11-06	旗を含まない塊の値が正則な活動の番地に入る写像	`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/Colony.lean`（`entries` から先）
11-06	入ってきた活動の扱い（`Sales`・`ratesCombine`）から先	`YM/AnalyticNext/CONNECTED_ACTIVITY_JETS_E6/OptionCost.lean:39`
11-07	一段の証書の強い帳簿 `Move.forced` を後の段で使う所	未確認
11-07	段を跨いで作用の差を二重に数えていないこと（向きの平均の作用と一つの向きの作用の差を含めた形）	`Testing.ships` ほか（未確認）
11-08	値段の条件 `Ringing` の中身、$\bar{\beta}$ を大きく取る条件の陽な形、`Fits` を満たす暦の構成の鎖	`YM/Pressure/Seeds.lean:155`・:161、`YM/Price/Intent.lean:123`
11-09	停留点の条件の供給の証明の中身	`YM/Next/STATIONARY` → `YM/FullVolume/Roll/Fiscal.lean:97`（`sailsW`）
11-09	平らでない背景での Gram のギャップと、平らな場合のギャップの繋ぎ	`YM/SectorNext/GAUSSIAN_SECTOR_CHANGE/Gap.lean`
11-09	規格化の行列式の評価（真空の項の中身）、予測子の線形化と粗い道のデータの運動項の関係	未確認
11-10	切断の違う一段写像を比べる連続性、有限の N での射撃の一意性	`YM/FullVolume/Glide/Bill.lean`（`Bill.taxes`）、`YM/FullVolume/Finale/Program.lean:133`（`Jewel`）

章	読めていない所	在りか
11-10	係数の写しの行列の形（恒等の場・次数の低い場との混合）、`Show` の完備性と極限の活動	`YM/FullVolume/Mark/Hinge.lean`（`Gram.reads`）、`YM/FullVolume/Table/Tabs.lean:66`

段 0 の理論について源に無いこと

くわしくは 11-10 §05 の表。ここでは源に無いことだけを並べます源（名前の検索の範囲）。

- 段 0 の極限の測度の定義と、その表示。
- 基準の段が 0 より上の観測量の、段 0 での像（`hail` は $\psi(d) \le m$ を仮定する）。
- 密度の水準の評価の、体積に一様な形（体積に依らないのは一段の帳簿だけ）。
- 繰り込んだ段（段 0 を含む）の測度の鏡映正値性。段 0 より粗い繰り込み。
- 段 0 の配位の Wilson ループと、細かい場（あるいは連続）の Wilson ループの関係（粗い Wilson ループとの関係。16-03 §04）。
- 一段の評価の入口 $\mathrm{betaEntry}(j)$（`YM/Price/Intent.lean:116`）と基準の結合 $\bar{\beta}$ の陽な値。源に在るのは存在と、`Bar.ready`・`Bar.threshold`（:126-127）の条件だけで、後者だけから $\bar{\beta} \gtrsim 9 \times 10^{5}$ です読。

04 どの目標に載るかを確かめていない宣言

検証の記録で used（17 の見出しの定理のどれかの依存）で、記録の上の証人が `SharpGram.habitat` のものは、存在の定理の鎖に載るかを本書は確かめていません。記録の証人は深さ優先の探索で最初に見つかった一つだけなので、載らないという意味でもありません源（記録の作り）。この部で引いたものは次のとおりです。

- 大きい場：`WilsonStartup.due_eq`・`owed_zero`、`Tube.locates`、`Stores.Plot`、`Allocation.flagged`、`Chi.share_sum`、`Bid.Crowds`・`Seals`・`Lapse`、`Teller.Grants`、`Sector.peel`。
- 値段と換算：`Buy.quote`、`Cash.armK`・`dictionary_fit`、`eventual_resize`、`Time.late_force`・`Time.now`、`Postage.saved`、`Collection.vac`。
- 小さい場の下位の補題：`tree_gap`、`resolve_point`、`late_cubic`、`Rain.sprint`、`Song.forward`。ただし一段の定理 `Return.reset` までの道は、存在の定理の側から字面

で辿ってあります（11-09 §01）。

依存の外（outside）と確かめたもの：`Remainder.hole_price`・`bulk_price`、大きい場の置き場の `Marginal`・`Haar`・`Leases`・`Grant`、`Allocation.hard`、`Directed.holding` 源 。

05

読むときの注意

- 源の宣言の名とファイルの名は、中身を表さないものが多くあります。説明文の語（「凍らせる」「穴」「遅れ」など）を手掛かりにすると、依存の外の道を読んでしまうことがあります。読む前に、検証の記録で used かどうかを確かめるのが確かです。
- 源の説明文には、証明の書き手への覚え書き（「〜してはいけない」の形）が多く含まれます。本書はそれらを書き手への注意として扱い、数学の主張としては引いていません。
- 源が引く紙の式の番号（行の恒等式・切った作用の本体などの番号）は、紙が公開されていないので辿れていません。

この章が言えている範囲

言えている	言えていない
源 各行の在りか（ファイルと宣言の名）は、名前と型まで源で確かめた（候補と書いたものを除く）	各行の証明の中身
源 依存の外の宣言（`hole_price` など）は検証の記録で outside	依存の外の道が数学として誤りであること（何も言わない）
評 17 の見出しの定理の依存は新しく初期化した核の環境で検査し直された（評価書 §9.1）	この一覧の所に誤りが無いことを本書が確かめたこと

出典と再現

もの	種別	出典・道具
公開された構成の Lean の源	源	`yang-mills-group/OpenAI-YM-20261028`（Apache-2.0）。在りかは各行のとおり
依存の記録	源	`verification/declaration-usage.tsv`（status・見出しの証人）
委員会の評価書	評	`yang-mills-group/YM` の `docs/assessment-1.pdf`（2026-11-10）、§9.1

この章で使った語 — 依存の記録、見出しの定理、依存の外、存在の定理の鎖。意味は A-02 用語集 にあります。

次に読む章：12-01 格子の鏡映正値性 — 二種類の面 — 第 12 部、無限体積と再構成へ進みます。