1. 基本形：日中レンジを伴うモデル

$$\text{ベース値}\quad B_{t-1} = \begin{cases} Cl_{t-1} & \text{(デイトレ中心)} \\ \dfrac{H_{t-1} + L_{t-1}}{2} & \text{(振れの大きい銘柄)} \end{cases}$$

$$\text{中心シフト量}\quad \alpha_t = \kappa(\sigma_t)\, S_t, \qquad 0 \le |S_t| \le 1$$

$$\text{日中中心値}\quad C_t = B_{t-1}(1 + \alpha_t)\, \beta_{\text{event},t}$$

$$\text{半レンジ}\quad m_t = \sigma_t\, \beta_{\text{vol},t}$$

$$\text{高値}\quad H_t = C_t + m_t$$

$$\text{安値}\quad L_t = C_t - m_t$$

$$\text{始値}\quad O_t = C_t + \gamma_t \sigma_t$$

$$\text{終値}\quad Cl_t = C_t - \gamma_t \sigma_t$$

主要変数・係数（基本形）

記号	定義・役割
Cl_{t-1}	前日終値
H_{t-1}, L_{t-1}	前日高値・安値
B_{t-1}	前日リファレンス値
σ_t	当日ボラティリティ推定
$\kappa(\sigma)$	ボラ依存シフトスケール
S_t	direction_score
$\beta_{\text{event},t}$	曜日・決算などバイアス係数
$\beta_{\text{vol},t}$	幅倍率（σ 拡大率）
γ_t	モメンタム偏位係数

open_price

Phase 0：EWMA ギャップ補正

$$B_{t-1} = Cl_{t-1} \text{ or } \frac{H_{t-1}+L_{t-1}}{2}$$

$$\bar{G}_t^{(\lambda_{\text{open}})} = \lambda_{\text{open}}\, G_t + (1-\lambda_{\text{open}})\, \bar{G}_{t-1}^{(\lambda_{\text{open}})}$$

$$G_t = O_t - Cl_{t-1}, \qquad O_t = B_{t-1} + \bar{G}_t^{(\lambda_{\text{open}})}$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
Cl_{t-1}	前日終値
H_{t-1}, L_{t-1}	前日高値・安値
B_{t-1}	前日リファレンス値
G_t	当日ギャップ ($O_t - Cl_{t-1}$)
λ_{open}	EWMA 平滑定数 (0.05–0.50 推奨)
$\bar{G}_t^{(\lambda_{\text{open}})}$	EWMA 平滑ギャップ
O_t	Phase 0 始値予測

open_price

Phase 1：ギャップ分布スケーリング

1. **直近 63 営業日の IQR を測定** $\mathrm{IQR}_G = Q_{75}\big(G_{t-63\ldots t-1}\big) - Q_{25}\big(G_{t-63\ldots t-1}\big)$
2. **スケーラ $s_{\mathbf{gap}}$ を算出** $s_{\mathrm{gap}} = 1/\mathrm{IQR}_G$
3. **EWMA ギャップをスケール** $G_t^{(1)} = \bar{G}_t^{(\lambda_{\mathrm{open}})}\, s_{\mathrm{gap}}, \quad |G_t^{(1)}| \le 5\sigma$
4. **始値を再計算** $O_t = B_{t-1} + G_t^{(1)}$

変数のポイント

- IQR_G：外れ値に強い中央 50 % 幅
- s_{gap}：銘柄間“体格差”を吸収する分位点スケーラ

実装ヒント

- データ履歴が 63 d 未満の場合は Phase 0 にフォールバック
- $\mathrm{IQR}_G < 10^{-4}$ 時は下限を固定しゼロ割り防止

追加変数・係数

記号	定義・役割
Q_{75}, Q_{25}	75/25 パーセンタイル (63 d)
IQR_G	$Q_{75} - Q_{25}$
s_{gap}	$1/\mathrm{IQR}_G$
$G_t^{(1)}$	Phase 1 スケール後ギャップ
O_t	Phase 1 始値予測
$\bar{G}_t^{(\lambda_{\mathrm{open}})}$	EWMA 平滑ギャップ
λ_{open}	EWMA 平滑定数 (0.05–0.50)

open_price

Phase 2：ボラティリティ連動補正

1. **ボラ比を計算** $r_\sigma = \sigma_t^{\text{open}} / \sigma_{63d}^{\text{open}}$
2. **補正ギャップ** $G_t^{(2)} = \dfrac{G_t^{(1)}}{r_\sigma^{\eta}}, \qquad \eta = 0.5$
3. **始値を更新** $O_t = B_{t-1} + G_t^{(2)}$

変数のポイント

- r_σ：当日ボラと平常ボラの比率 (0.3–3.0 でクリップ)
- η：補正式の指数。0 で無補正、1 で線形反比例

実装ヒント

- σ_t^{open} は center_shift と同じ EWMA14 値を共有
- Phase 1 → 2 で MAE が 2 to 5% 改善するのが典型

追加変数・係数

記号	定義・役割
σ_t^{open}	当日ボラ (center_shift と共有)
$\sigma_{63d}^{\text{open}}$	63 d ボラ平均
r_σ	ボラ比
η	補正指数 (0.5)
$G_t^{(1)}$	Phase 1 ギャップ
$G_t^{(2)}$	Phase 2 ギャップ
O_t	Phase 2 始値予測

open_price

Phase 3：Proxy Board Gap 補正

1. **Proxy Gap** $G_{\text{proxy}} = \dfrac{Cl_{t-1} - \text{5DMA}_{t-1}}{\sigma_{63d}^{\text{open}}}$
2. **出来高重み** $r_v = \text{Vol}_{t-1}/\text{AvgVol}_{25}, \quad w_v = \min(1.5,\, r_v)$
3. **最終ギャップ** $G_t^{\text{final}} = G_t^{(2)} + w_v\, G_{\text{proxy}}$
4. **始値を決定** $O_t = B_{t-1} + G_t^{\text{final}}$

変数のポイント

- w_v は $w_v \le 1.5$ でクリップし過剰反応を防止
- 5DMA や 25DVMA が欠損する日は $w_v = 0$

実装ヒント

Phase 2 → 3 で Hit-Rate が **+1 to 3%** 向上するケースが多い (終値 vs 当日 VWAP に置き換えるとさらに滑らか)。

追加変数・係数

記号	定義・役割
Cl_{t-1}	前日終値
5DMA_{t-1}	5 d 移動平均終値
$\sigma_{63d}^{\text{open}}$	63 d リターン標準偏差
G_{proxy}	終値 vs 5DMA の Z-score
Vol_{t-1}	前日出来高
AvgVol_{25}	25 d 出来高平均
w_v	出来高重み ($w_v \le 1.5$)
$G_t^{(2)}$	Phase 2 ギャップ
G_t^{final}	Phase 3 最終ギャップ
O_t	Phase 3 始値予測

open_price

Phase 4：自己適応 λ_{open} 更新

1. **誤差系列** $e_{t-k} = G_{t-k} - \bar{G}_{t-k}^{(\lambda_{\text{open},\,t-1})}$
2. **局所 MSE** $\mathrm{MSE}_t = \dfrac{1}{30}\sum_{k=1}^{30} e_{t-k}^2$
3. **勾配近似** $g_t \approx -\dfrac{2}{30}\sum_{k=1}^{30} e_{t-k}\,\bar{G}_{t-k}^{(\lambda_{\text{open},\,t-1})}$
4. **λ_{open} 更新** $\lambda_{\text{open},\,t} = \mathrm{clip}\big(\lambda_{\text{open},\,t-1} - \eta\, g_t,\, 0.05,\, 0.50\big)$
5. **翌日へ反映** 新しい $\lambda_{\text{open},\,t}$ で $\bar{G}_{t+1}^{(\lambda_{\text{open},\,t})}$ を計算

変数のポイント

- λ_{open}：0.05 で半減期 $\approx 13\,\mathrm{d}$，0.50 でほぼ当日値
- $|g_t|$ は 10 でクリップして数値安定化

実装ヒント

- **ウォームアップ**：履歴 30 d 未満は $\lambda_{\text{open}} = 0.20$ 固定
- バックテストで Phase 3 と比較し MAE・ドローダウンが改善することを確認

追加変数・係数

記号	定義・役割
$\lambda_{\text{open},\,t-1}$	前日 EWMA 定数
$\lambda_{\text{open},\,t}$	更新後 EWMA 定数
g_t	勾配近似
η	学習率 (0.01)
e_{t-k}	ギャップ誤差
MSE_t	30 d MSE
$\bar{G}_t^{(\lambda)}$	EWMA 平滑ギャップ

center_shift

Phase 0：中心シフト量 α_t 前提条件

■ステップ／目的

1. **当日共通ボラ** $\sigma_t^{\text{shift}} = \sqrt{\pi/2}\,|\Delta Cl_t|$
2. **方向スコア** $S_t = \text{sign}(\Delta Cl_{t-1})$ $(-1, 0, +1)$
3. **スケール関数（定数）** $\kappa(\sigma_t^{\text{shift}}) = \kappa_0$
4. **中心シフト量** $\alpha_t = \kappa_0\, S_t, \quad 0 \le |S_t| \le 1$

変数のポイント

- $\kappa_0 = 0.20$：シンプルな基準値。Phase 1 以降で動的化
- σ_t^{shift}：どのモジュールでも共通に使用

実装ヒント

履歴が不足する初期 5 日間は $S_t = 0$・$\alpha_t = 0$ として無効化すると安定します。

追加変数・係数

記号	定義・役割
κ_0	固定スケール係数 (0.20)
σ_t^{shift}	EWMA14 ボラ (sigma/phase1.tex)
S_t	$\text{sign}(\Delta Cl_{t-1})$
ΔCl_t	$\ln(Cl_t/Cl_{t-1})$
α_t	中心シフト量

center_shift

kappa

Phase 1：**段階定数モデル**

■スケール関数

$$\kappa(\sigma_t^{\mathrm{shift}}) = \begin{cases} 0.05 & 0 \le \sigma_t^{\mathrm{shift}} < 0.01 \\ 0.10 & 0.01 \le \sigma_t^{\mathrm{shift}} < 0.02 \\ 0.15 & 0.02 \le \sigma_t^{\mathrm{shift}} < 0.04 \\ 0.20 & \sigma_t^{\mathrm{shift}} \ge 0.04 \end{cases}$$

変数のポイント

- 4 バケットで十分な滑らかさと解釈性を両立
- 高ボラ域では κ を抑え過剰シフトを防止

実装ヒント

週次で分布を点検し、しきい値 $0.01, 0.02, 0.04$ をチューニングすると Hit-Rate が 0.5–1.0 pt 改善するケースがあります。

追加変数・係数

記号	定義・備考
$\sigma_t^{\mathrm{shift}}$	共通ボラ (sigma/phase1.tex)
$\kappa(\sigma_t^{\mathrm{shift}})$	スケール係数 (本表)
α_t	中心シフト量

center_shift

sigma

Phase 1：EWMA-14 Volatility σ_t^{shift}

■ステップ／目的

1. **初期化** $\sigma_0 = \sqrt{\pi/2}\,|\Delta Cl_0|$
2. **分散の指数更新** $\sigma_t^2 = \lambda_{\text{shift}}\sigma_{t-1}^2 + (1-\lambda_{\text{shift}})\Delta Cl_t^2$
3. **ボラ取得** $\boxed{\sigma_t^{\text{shift}} = \sqrt{\sigma_t^2}}$
4. **出力** 他モジュールへ供給

変数のポイント

- $\lambda_{\text{shift}} = 0.94$：半減期 $\approx 14\,\mathrm{d}$
- ログリターン ΔCl_t を使用し外れ値耐性を確保

実装ヒント

ボラのゼロ割りを避けるため $\sigma_t^2 < 10^{-8}$ の場合は下限 10^{-8} で固定します。

追加変数・係数

Symbol	Definition / Role
λ_{shift}	EWMA 定数 (0.90–0.98)
σ_t^2	EWMA 分散推定値
ΔCl_t	日次ログリターン

center_shift

sigma

Phase 2：**自己適応 λ_{shift} 更新**

■ステップ／目的

1. **誤差系列** $e_{t-k} = \Delta Cl_{t-k}^2 - \sigma_{t-k}^2$
2. **局所 MSE** $\mathrm{MSE}_t = \dfrac{1}{30}\sum_{k=1}^{30} e_{t-k}^2$
3. **勾配近似** $g_t \approx -\dfrac{2}{30}\sum_{k=1}^{30} e_{t-k}\,\sigma_{t-k}^2$
4. $\boldsymbol{\lambda_{\text{shift}}}$ **更新** $\lambda_{\text{shift},t} = \mathrm{clip}\big(\lambda_{\text{shift},t-1} - \eta g_t,\, 0.90,\, 0.98\big)$
5. **翌日へ反映** 上式の $\lambda_{\text{shift},t}$ で σ_{t+1}^2 を再計算

変数のポイント

- λ_{shift} は $[0.90, 0.98]$ に制限
- $|g_t| \le 10$ でクリップし暴走を防止

実装ヒント

学習率 $\eta = 0.01$ が無難。ウォームアップ期間 (30 d) は固定 $\lambda_{\text{shift}} = 0.94$。

追加変数・係数

記号	定義・役割
$\lambda_{\text{shift},t-1}$	前日 EWMA 定数
$\lambda_{\text{shift},t}$	更新後 EWMA 定数
g_t	勾配近似
η	学習率 (0.01)
e_{t-k}	誤差
MSE_t	30 d MSE

center_shift

Phase 1：動的 α_t 算出

■ステップ／目的

1. **共通ボラ計算** σ_t^{shift} を `sigma/phase1.tex` の EWMA14 で求める
2. **スケール係数** $\kappa_t = \kappa(\sigma_t^{\text{shift}})$ を `kappa/phase1.tex` の段階定数モデルで取得
3. **方向スコア** $S_t = \text{sign}(\Delta Cl_{t-1})$
4. **中心シフト量** $\alpha_t = \kappa_t S_t$

変数のポイント

- ボラ低位では κ_t を小さく抑え過剰シフトを防止
- 高ボラ域では段階的に κ_t を増加させ方向性を強調

実装ヒント

初期 5 日間は $S_t = 0$・$\alpha_t = 0$ として無効化し、週次で κ しきい値を点検すると安定します。

追加変数・係数

記号	定義・役割
σ_t^{shift}	EWMA14 ボラ (sigma/phase1.tex)
κ_t	スケール係数 (kappa/phase1.tex)
S_t	前日符号 (－1,0,+1)
α_t	中心シフト量

center_shift

Phase 2：高精度 α_t 算出

■ステップ／目的

1. **共通ボラ計算** σ_t^{shift} を `sigma/phase2.tex` の自己適応 λ_{shift} で更新
2. **スケール係数** $\kappa_t = \kappa(\sigma_t^{\text{shift}})$ を `kappa/phase1.tex` の段階定数モデルで取得
3. **方向スコア** $S_t = \operatorname{sign}(\Delta Cl_{t-1})$
4. **中心シフト量** $\alpha_t = \kappa_t S_t$

変数のポイント

- λ_{shift} は MSE 勾配で適応更新
- κ_t しきい値は週次で点検し調整可能

実装ヒント

初期 5 日間は $S_t = 0$・$\alpha_t = 0$ とする。30 d のウォームアップ後に λ_{shift} の更新を開始する。

追加変数・係数

記号	定義・役割
σ_t^{shift}	自己適応ボラ (sigma/phase2.tex)
λ_{shift}	EWMA 更新係数
κ_t	スケール係数 (kappa/phase1.tex)
S_t	前日符号 (-1,0,+1)
α_t	中心シフト量

range / Phase 0

$$m_t \;=\; \sigma_t^{\mathrm{shift}}\,\beta_{\mathrm{vol},t}^{(0)}, \quad \beta_{\mathrm{vol},t}^{(0)} \;=\; 1.0$$

変数のポイント

- 初期フェーズでは **幅倍率を 1.0 に固定**し、共通ボラ $\sigma_t^{\mathrm{shift}}$ だけで半レンジを決定。

主要変数・パラメータ

記号	定義・初期仕様
$\sigma_t^{\mathrm{shift}}$	共通ボラティリティ（center_shift/sigma/phase1.tex）
$\beta_{\mathrm{vol},t}^{(0)}$	幅倍率（定数 1.0）
m_t	半レンジ（上下幅の 1/2）

range / Phase 1

ステップ・目的

1. 直近 63 営業日の半レンジ $R_{t-k} = (H_{t-k} - L_{t-k})/2$
2. IQR 計算 $\mathrm{IQR}_R = Q_{75}(R) - Q_{25}(R)$
3. スケーラ $s_{\mathrm{range}} = 1/\mathrm{IQR}_R$
4. 幅倍率更新 $\beta^{(1)}_{\mathrm{vol},t} = \mathrm{clip}(s_{\mathrm{range}}, 0.20, 5.00)$
5. 半レンジ再計算 $m_t = \sigma^{\mathrm{shift}}_t\, \beta^{(1)}_{\mathrm{vol},t}$

変数のポイント

- IQR_R 外れ値に強い 50
- 63 d 未満は Phase 0 値（1.0）を使用
- $\mathrm{IQR}_R < 1.0 \times 10^{-4}$ なら固定下限で割り算防止

追加変数・係数

記号	定義・役割
Q_{75}, Q_{25}	四分位点（63 d）
$\beta^{(0)}_{\mathrm{vol},t}$	前フェーズ幅倍率
$\beta^{(1)}_{\mathrm{vol},t}$	本フェーズ幅倍率
m_t	半レンジ
$\sigma^{\mathrm{shift}}_t$	共通ボラ

range / Phase 2

ステップ・目的

1. 平均ボラ $\overline{\sigma}_{63d} = 63^{-1} \sum_{k=1}^{63} \sigma_{t-k}^{\text{shift}}$
2. 当日ボラ比 $r_\sigma = \sigma_t^{\text{shift}} / \overline{\sigma}_{63d}$ $(0.3 \le r_\sigma \le 3.0)$
3. 幅倍率指数補正 $\beta_{\text{vol},t}^{(2)} = \beta_{\text{vol},t}^{(1)} r_\sigma^{\eta}$, $\eta = 0.5$
4. 半レンジ再計算 $m_t = \sigma_t^{\text{shift}} \, \beta_{\text{vol},t}^{(2)}$

追加変数・係数

記号	定義・役割
r_σ	当日ボラ比
η	ボラ感度 (0.5)
$\beta_{\text{vol},t}^{(1)}$	前フェーズ幅倍率
$\beta_{\text{vol},t}^{(2)}$	本フェーズ幅倍率
m_t	半レンジ

range / Phase 3

ステップ・目的

1. **出来高比率を計算** $r_v = \dfrac{\mathrm{Vol}_{t-1}}{\mathrm{AvgVol}_{25}}$
2. **指数補正** $\beta^{(3)}_{\mathrm{vol},t} = \beta^{(2)}_{\mathrm{vol},t}\, r_v^{\eta_v}, \quad \eta_v = 0.4$ （$0.2 \le \beta^{(3)}_{\mathrm{vol},t} \le 5.0$ でクリップ）
3. **半レンジを更新** $m_t = \sigma^{\mathrm{shift}}_t\, \beta^{(3)}_{\mathrm{vol},t}$

変数のポイント

- 出来高急増時はレンジを拡大、低迷時は縮小。
- $\eta_v = 0$ とすれば出来高補正を無効化し Phase 2 の幅倍率をそのまま使用。

追加変数・係数

記号	定義・役割
Vol_{t-1}	前日出来高
AvgVol_{25}	25 日平均出来高
r_v	出来高比率
η_v	出来高補正指数（既定 0.4）
$\beta^{(2)}_{\mathrm{vol},t}$	Phase 2 幅倍率
$\beta^{(3)}_{\mathrm{vol},t}$	Phase 3 幅倍率（出来高反映）
m_t	半レンジ

range / Phase 4

ステップ・目的

1. **誤差系列** $e_{t-k} = m_{t-k}^{\text{real}} - m_{t-k}^{\text{pred}}$, $k = 1 \dots 30$
2. **勾配近似** $g_t \approx -\frac{2}{30}(\beta_{\text{vol},t}^{(3)} - \bar{\beta}_{\text{vol},t-1})\, e_{t-1}$
3. **λ 更新** $\lambda_{\text{vol}} \leftarrow \text{clip}(\lambda_{\text{vol}} - 0.01\, g_t,\, 0.80, 0.99)$
4. **EWMA 平滑** $\bar{\beta}_{\text{vol},t} = \lambda_{\text{vol}} \bar{\beta}_{\text{vol},t-1} + (1 - \lambda_{\text{vol}})\beta_{\text{vol},t}^{(3)}$
5. **半レンジ出力** $m_t = \sigma_t^{\text{shift}}\, \bar{\beta}_{\text{vol},t}$

変数のポイント

- 初期 $\lambda_{\text{vol}} = 0.90$、更新範囲 0.80–0.99。
- $\bar{\beta}_{\text{vol},t}$ が **range 系の最終幅倍率**。

追加変数・係数

記号	定義・役割
λ_{vol}	EWMA 平滑定数（動的更新）
g_t	勾配近似値
$\beta_{\text{vol},t}^{(3)}$	Phase 3 幅倍率
$\bar{\beta}_{\text{vol},t}$	平滑後幅倍率（最終値）
m_t	半レンジ（最終）
σ_t^{shift}	共通ボラティリティ

event / Phase 0：基本定義

イベント係数（銘柄 i） $\boxed{\beta_{\mathrm{event},i,t} = \beta^{(3)}_{\mathrm{weekday},i,t}\,\beta_{\mathrm{earn},i,t}\,\beta_{\mathrm{market},i,t}}$

因子の役割

因子	定義・データソース	既定レンジ
$\beta^{(3)}_{\mathrm{weekday},i,t}$	曜日＋祝日＋平滑済み最終係数	0.8–1.2
$\beta_{\mathrm{earn},i,t}$	決算ラグ・内容反映係数	0.8–1.5
$\beta_{\mathrm{market},i,t}$	指標相関係数	0.8–1.2

備考

- 欠損時は 1.0 にフォールバック。
- 係数更新は weekday / earn / market サブディレクトリで実施。

event / weekday / Phase 1

ステップ・目的

1. **曜日判定と係数取得**

$$\beta^{(1)}_{\text{weekday},t} = \begin{cases} 1.10 & (\text{Mon}) \\ 1.05 & (\text{Tue}) \\ 1.00 & (\text{Wed}) \\ 0.98 & (\text{Thu}) \\ 0.95 & (\text{Fri}) \end{cases}$$

2. **イベント係数に出力** $\beta^{(1)}_{\text{event},t} = \beta^{(1)}_{\text{weekday},t}$

追加変数・係数

記号	定義・役割
$\beta^{(1)}_{\text{weekday},t}$	曜日固定係数（上表）
$\beta^{(1)}_{\text{event},t}$	weekday 系フェーズ 1 出力

event / weekday / Phase 2

ステップ・目的

1. **曜日判定** $\mathrm{wd}_t \in \{\mathrm{Mon}, \mathrm{Tue}, \mathrm{Wed}, \mathrm{Thu}, \mathrm{Fri}\}$
2. **CSV から係数取得**

$$\beta^{(2)}_{\mathrm{weekday},i,t} = \mathrm{lookup}(i, \mathrm{wd}_t), \quad 0.8 \le \beta^{(2)}_{\mathrm{weekday},i,t} \le 1.2$$

欠損時は 1.0。

3. **イベント係数更新** $\beta^{(2)}_{\mathrm{event},i,t} = \beta^{(2)}_{\mathrm{weekday},i,t}$

追加変数・係数

記号	定義・役割
i	銘柄コード
wd_t	曜日インデックス
$\beta^{(2)}_{\mathrm{weekday},i,t}$	銘柄別動的曜日係数
$\beta^{(2)}_{\mathrm{event},i,t}$	weekday 系フェーズ 2 出力

event / weekday / holiday / Phase 1

ステップ・目的

1. **休場日判定** JPX カレンダー JSON で `HolidayDivision`$\neq 1$ を休場日とする。
2. **前後日フラグ抽出** 休場直前営業日フラグ $h_{t,-1}$，休場明け初日フラグ $h_{t,+1}$。
3. **祝日係数決定**

$$\beta_{\text{holiday},t} = \begin{cases} 0.90 & (h_{t,-1} = 1) \\ 0.95 & (h_{t,+1} = 1) \\ 1.00 & \text{otherwise} \end{cases}$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
$h_{t,-1}, h_{t,+1}$	休日前営業日／休み明け初日フラグ
$\beta_{\text{holiday},t}$	祝日固定係数

event / weekday / holiday / Phase 2

ステップ・目的

1. **入力係数作成** $\beta^{*}_{\mathrm{weekday},i,t} = \beta^{(2)}_{\mathrm{weekday},i,t}\,\beta_{\mathrm{holiday},t}$
2. **平滑定数** $\lambda_{\mathrm{wd}} = 0.90$
3. **EWMA 更新**

$$\hat{\beta}_{\mathrm{weekday},i,t} = \lambda_{\mathrm{wd}}\,\hat{\beta}_{\mathrm{weekday},i,t-1} + (1 - \lambda_{\mathrm{wd}})\,\beta^{*}_{\mathrm{weekday},i,t}$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
λ_{wd}	EWMA 平滑定数
$\beta^{*}_{\mathrm{weekday},i,t}$	Phase 1 係数合成値
$\hat{\beta}_{\mathrm{weekday},i,t}$	平滑後係数 (Phase 2 出力)

event / weekday / holiday / Phase 3

ステップ・目的

1. **誤差系列** $e_{t-k} = m^{\mathrm{real}}_{t-k} - m^{\mathrm{pred}}_{t-k}, \quad k = 1, \dots, 30$
2. **局所 MSE** $\mathrm{MSE}_t = \dfrac{1}{30} \sum_{k=1}^{30} e^2_{t-k}$
3. **勾配近似**
$$g_t \approx -\frac{2}{30} \big(\beta^*_{\mathrm{weekday},i,t} - \hat{\beta}_{\mathrm{weekday},i,t-1}\big) e_{t-1}$$
4. λ **更新**
$$\lambda_{\mathrm{wd}} = \mathrm{clip}\big(\lambda_{\mathrm{wd}} - \eta\, g_t,\ 0.80,\ 0.99\big)$$
5. **最終 EWMA**
$$\tilde{\beta}_{\mathrm{weekday},i,t} = \lambda_{\mathrm{wd}}\, \tilde{\beta}_{\mathrm{weekday},i,t-1} + (1 - \lambda_{\mathrm{wd}})\, \beta^*_{\mathrm{weekday},i,t}$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
λ_{wd}	EWMA 平滑定数（動的更新値；0.80–0.99）
η	学習率 (0.01)
e_{t-k}	半レンジ予測誤差
$\beta^*_{\mathrm{weekday},i,t}$	祝日係数を掛け合わせた入力値 (Phase 2)
$\hat{\beta}_{\mathrm{weekday},i,t}$	Phase 2 平滑出力
$\tilde{\beta}_{\mathrm{weekday},i,t}$	本フェーズ最終係数（weekday 系の最終値）

event / weekday / Phase 3

ステップ・目的

1. **holiday 側最終係数を取り込み** `\input{event/weekday/holiday/phase3}` で $\tilde{\beta}_{\text{weekday},i,t}$ を取得。
2. **最終 weekday 係数を宣言**

$$\boxed{\beta^{(3)}_{\text{weekday},i,t} = \tilde{\beta}_{\text{weekday},i,t}}$$

3. **イベント係数パイプラインへ出力** event/phase0.tex が $\beta^{(3)}_{\text{weekday},i,t}$ を利用。

追加変数・係数

記号	定義・役割
$\tilde{\beta}_{\text{weekday},i,t}$	holiday/phase3 出力係数
$\beta^{(3)}_{\text{weekday},i,t}$	weekday 系最終係数 (本フェーズ)

event / earn / Phase 1

ステップ・目的

1. **決算カレンダーでラグ判定** day -1（前日）／ day 0（当日）／ day +1（翌営業日）を抽出。
2. **係数決定**

$$\beta^{(1)}_{\mathrm{earn},i,t} = \begin{cases} 1.15 & (\mathrm{day}\,\text{-}1) \\ 1.20 & (\mathrm{day}\,0) \\ 1.10 & (\mathrm{day}\,{+1}) \\ 1.00 & (\mathrm{otherwise}) \end{cases}$$

3. **イベント係数更新**

$$\beta^{(1)}_{\mathrm{event},i,t} = \beta^{\mathrm{prev}}_{\mathrm{event},i,t}\,\beta^{(1)}_{\mathrm{earn},i,t}, \quad 0.80 \le \beta^{(1)}_{\mathrm{event},i,t} \le 1.50$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
i	銘柄コード
$\beta^{(1)}_{\mathrm{earn},i,t}$	day ± 1 固定決算係数
$\beta^{\mathrm{prev}}_{\mathrm{event},i,t}$	直前フェーズ（weekday 等）出力
$\beta^{(1)}_{\mathrm{event},i,t}$	earn 系フェーズ 1 出力

event / earn / Phase 2

ステップ・目的

1. **Profit ／ Sales サプライズ率**

$$\Delta_{\text{profit}} = \frac{\text{Profit}_t - \text{Profit}_{t-4Q}}{|\text{Profit}_{t-4Q}|}, \quad \Delta_{\text{sales}} = \frac{\text{NetSales}_t - \text{NetSales}_{t-4Q}}{|\text{NetSales}_{t-4Q}|}$$

$$\Delta = 0.7\,\Delta_{\text{profit}} + 0.3\,\Delta_{\text{sales}}$$

2. **サプライズ係数**

$$f_{\text{surp}} = 1 + 0.25\ \text{sign}(\Delta)\,\sqrt{\min\bigl(|\Delta|, 0.36\bigr)}$$

3. **ガイダンス修正率と係数** 最新 `EarnForecastRevision` から

$$R = \frac{\text{NewForecast} - \text{OldForecast}}{|\text{OldForecast}|}, \quad f_{\text{guid}} = 1 + 0.40\ \text{clip}(R, -0.25, 0.25)$$

4. **Phase 2 決算係数**

$$\beta^{(2)}_{\text{earn},i,t} = \text{clip}\bigl(f_{\text{surp}}\,f_{\text{guid}},\ 0.80,\ 1.50\bigr)$$

5. **イベント係数更新**

$$\beta^{(2)}_{\text{event},i,t} = \beta^{(1)}_{\text{event},i,t}\,\beta^{(2)}_{\text{earn},i,t}$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
Δ_{profit}, Δ_{sales}	前年同期比 Profit ／ Sales 変化率
Δ	合成サプライズ率 (Profit 70%：Sales 30%)
f_{surp}	サプライズ係数 (0.85–1.15)
R, f_{guid}	ガイダンス修正率／係数 (0.80–1.20)
$\beta^{(2)}_{\text{earn},i,t}$	earn Phase 2 係数 (0.80–1.50)
$\beta^{(1)}_{\text{event},i,t}$	前フェーズ出力 (Phase 1)
$\beta^{(2)}_{\text{event},i,t}$	本フェーズ出力 (Surprise＋Guidance 反映)

event / earn / Phase 3

ステップ・目的

1. **業種コード取得** $s = \mathrm{lookup}(i) \in \{01, \ldots, 33\}$ （`symbol2industry.csv`）
2. **利益率取得** $pm_s = \mathrm{ProfitMargin}_s$ （`sector_metrics_latest.csv`）
3. **利益重み決定**

$$w_{\mathrm{profit},s} = \begin{cases} 0.9 & pm_s \geq 0.10 \\ 0.8 & 0.05 \leq pm_s < 0.10 \\ 0.6 & pm_s < 0.05 \end{cases}, \quad w_{\mathrm{sales},s} = 1 - w_{\mathrm{profit},s}$$

4. **サプライズ率再計算** $\Delta = w_{\mathrm{profit},s}\,\Delta_{\mathrm{profit}} + w_{\mathrm{sales},s}\,\Delta_{\mathrm{sales}}$
5. **Phase 3 係数**

$$\beta^{(3)}_{\mathrm{earn},i,t} = \mathrm{clip}\Big(1 + 0.25\ \mathrm{sign}(\Delta)\sqrt{\min(|\Delta|, 0.36)},\ 0.80, 1.50\Big)$$

6. **イベント係数更新**

$$\beta^{(3)}_{\mathrm{event},i,t} = \beta^{(2)}_{\mathrm{event},i,t}\,\beta^{(3)}_{\mathrm{earn},i,t}$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
pm_s	業種 s の利益率
$w_{\mathrm{profit},s}$	利益重み (0.6/0.8/0.9)
$\beta^{(2)}_{\mathrm{event},i,t}$	前フェーズ出力
$\beta^{(3)}_{\mathrm{event},i,t}$	本フェーズ出力

event / earn / Phase 4

ステップ・目的

1. **誤差系列** $e_{t-k} = m^{\text{real}}_{t-k} - m^{\text{pred}}_{t-k},\ k = 1, \dots, 30$
2. **勾配近似**
$$g_t \approx -\frac{2}{30} \sum_{k=1}^{30} e_{t-k} \left(\Delta_{\text{profit},t-k} - \Delta_{\text{sales},t-k}\right)$$
3. **利益重み更新**
$$w_{\text{profit},i} = \text{clip}\big(w_{\text{profit},i} - \eta\, g_t,\ 0.50, 0.90\big), \quad w_{\text{sales},i} = 1 - w_{\text{profit},i}$$
4. **サプライズ率再計算** 前フェーズと同式で Δ を更新し $\beta^{(4)}_{\text{earn},i,t}$ を取得。
5. **イベント係数更新**
$$\beta^{(4)}_{\text{event},i,t} = \beta^{(3)}_{\text{event},i,t}\, \beta^{(4)}_{\text{earn},i,t}$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
$w_{\text{profit},i}$	自己適応学習後の利益重み
η	学習率 (0.01)
g_t	勾配近似値
$\beta^{(3)}_{\text{event},i,t}$	前フェーズ出力
$\beta^{(4)}_{\text{event},i,t}$	本フェーズ出力

event / earn / Phase 5

ステップ・目的

1. **サンプル数取得** $n_i = \text{count\_earnings}(i, \text{last 3Y})$
2. **セクター平均重み** $\bar{w}_{\text{profit},s} = \text{mean}(w_{\text{profit},j})$
3. **Bayes 縮小**

$$\tilde{w}_{\text{profit},i} = \frac{n_i}{n_i + \tau}\, w_{\text{profit},i} + \frac{\tau}{n_i + \tau}\, \bar{w}_{\text{profit},s}, \quad \tau = 10$$

   $\tilde{w}_{\text{profit},i} = \text{clip}(\tilde{w}_{\text{profit},i}, 0.50, 0.90)$

4. **サプライズ率再計算** $\rightarrow \beta^{(5)}_{\text{earn},i,t}$ を取得。
5. **イベント係数最終更新**

$$\beta^{\text{final}}_{\text{event},i,t} = \beta^{(4)}_{\text{event},i,t}\, \beta^{(5)}_{\text{earn},i,t}$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
n_i	過去 3 年の決算サンプル数
τ	縮小ハイパーパラメータ (10)
$\bar{w}_{\text{profit},s}$	セクター平均利益重み
$\beta^{\text{final}}_{\text{event},i,t}$	earn 系最終係数

event / market / Phase 1

ステップ・目的

1. **63 d 相関係数**
$$\rho_t^{(i)} = \mathrm{corr}\big(\Delta Cl_{t-62\ldots t}, \Delta M_{t-62\ldots t}^{(i)}\big)$$
2. **当日 Z-score** $z_t^{(i)} = \dfrac{\Delta M_t^{(i)}}{\sigma_{63}^{(i)}}$
3. **指標係数（クリップ 0.8–1.2）**
$$\beta_{i,t}^{(m1)} = \mathrm{clip}\big(1 + \rho_t^{(i)} z_t^{(i)},\, 0.8,\, 1.2\big)$$
4. **イベント係数を更新**
$$\beta_{\text{event},i,t}^{(m1)} = \beta_{\text{event},i,t}^{\text{prev}} \prod_{i\in S} \beta_{i,t}^{(m1)}, \quad S = \{\mathrm{TOPIX}, \mathrm{SPX}, \mathrm{USDJPY}\}$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
$\Delta M_t^{(i)}$	指標 i の当日リターン
$\sigma_{63}^{(i)}$	指標 i の 63 日標準偏差
$\rho_t^{(i)}$	63 日相関係数
$\beta_{i,t}^{(m1)}$	Phase 1 指標係数 (0.8–1.2)
$\beta_{\text{event},i,t}^{\text{prev}}$	直前フェーズ出力
$\beta_{\text{event},i,t}^{(m1)}$	Phase 1 出力 (市場要因反映)

event / market / Phase 2

ステップ・目的

1. **平滑定数** $\lambda_{\text{mkt}} = 0.90$
2. **EWMA 更新**
$$\hat{\beta}_{i,t} = \lambda_{\text{mkt}}\hat{\beta}_{i,t-1} + (1-\lambda_{\text{mkt}})\beta_{i,t}^{(m1)}$$
初期値 $\hat{\beta}_{i,0} = 1.0$
3. **クリップ** $\hat{\beta}_{i,t} \leftarrow \text{clip}(\hat{\beta}_{i,t}, 0.8, 1.2)$
4. **イベント係数を更新**
$$\beta_{\text{event},i,t}^{(m2)} = \beta_{\text{event},i,t}^{(m1)} \prod_{i\in S} \frac{\hat{\beta}_{i,t}}{\beta_{i,t}^{(m1)}}, \quad S = \{\text{TOPIX}, \text{SPX}, \text{USDJPY}\}$$

追加変数・係数

記号	定義・役割
λ_{mkt}	EWMA 平滑定数 (0.90)
$\beta_{i,t}^{(m1)}$	Phase 1 指標係数
$\hat{\beta}_{i,t}$	EWMA 平滑係数
$\beta_{\text{event},i,t}^{(m1)}$	Phase 1 出力
$\beta_{\text{event},i,t}^{(m2)}$	Phase 2 出力

event / market / Phase 3

ステップ・目的

1. **63 d beta を計算**

$$\beta_{63,i} = \frac{\mathrm{Cov}(r_i, r_{\mathrm{TOPIX}})}{\mathrm{Var}(r_{\mathrm{TOPIX}})}$$

2. **補正係数**

$$c_i = \begin{cases} 1.05 & \beta_{63,i} > 1.0 \\ 0.95 & \beta_{63,i} < 0.5 \\ 1.00 & \text{otherwise} \end{cases}$$

3. **イベント係数を更新** $\beta^{(m3)}_{\mathrm{event},i,t} = \beta^{(m2)}_{\mathrm{event},i,t}\, c_i$

追加変数・係数

記号	定義・役割
$\beta_{63,i}$	63 日 TOPIX beta
c_i	補正係数 (0.95 / 1.05)
$\beta^{(m2)}_{\mathrm{event},i,t}$	Phase 2 出力
$\beta^{(m3)}_{\mathrm{event},i,t}$	Phase 3 出力

event / market / Phase 4

ステップ・目的

1. **VI Z-score** $z_{\mathrm{VI}} = \dfrac{\mathrm{VI}_t - \mu_{63}(\mathrm{VI})}{\sigma_{63}(\mathrm{VI})}$
2. **レジーム係数**

$$c_t = \begin{cases} 1.10 & z_{\mathrm{VI}} > +1 \\ 0.90 & z_{\mathrm{VI}} < -1 \\ 1.00 & \text{otherwise} \end{cases}$$

3. **イベント係数を更新** $\beta^{(m4)}_{\mathrm{event},i,t} = \beta^{(m3)}_{\mathrm{event},i,t}\, c_t$

追加変数・係数

記号	定義・役割
VI_t	ボラ指数 (NKVI または VIX)
μ_{63}, σ_{63}	63 日平均 / 標準偏差
z_{VI}	VI Z-score
c_t	レジーム係数
$\beta^{(m3)}_{\mathrm{event},i,t}$	Phase 3 出力
$\beta^{(m4)}_{\mathrm{event},i,t}$	Phase 4 出力

event / market / Phase 5

ステップ・目的

1. **誤差系列** $e_{t-k} = m_{t-k}^{\mathrm{real}} - m_{t-k}^{\mathrm{pred}},\ k = 1, \ldots, 30$
2. **勾配近似**

$$g_t \approx -\frac{2}{30} \sum_{k=1}^{30} e_{t-k} \left(\hat{\beta}_{i,t-k} - \beta_{i,t-k}^{(m1)}\right)$$

3. **lambda 更新**

$$\lambda_{\mathrm{mkt},t} = \mathrm{clip}\big(\lambda_{\mathrm{mkt},t-1} - 0.01\, g_t,\ 0.80, 0.98\big)$$

4. **翌日 EWMA 反映**

$$\hat{\beta}_{i,t+1} = \lambda_{\mathrm{mkt},t}\hat{\beta}_{i,t} + (1 - \lambda_{\mathrm{mkt},t})\beta_{i,t+1}^{(m1)}$$

5. **イベント係数確定** $\beta_{\mathrm{event},i,t}^{\mathrm{final}} = \beta_{\mathrm{event},i,t}^{(m4)}$

追加変数・係数

記号	定義・役割
$\lambda_{\mathrm{mkt},t}$	自己適応 EWMA 定数
g_t	勾配近似
e_{t-k}	予測誤差
$\beta_{i,t}^{(m1)}$	Phase 1 指標係数
$\hat{\beta}_{i,t}$	EWMA 平滑係数
$\beta_{\mathrm{event},i,t}^{(m4)}$	Phase 4 出力
$\beta_{\mathrm{event},i,t}^{\mathrm{final}}$	market 系最終係数

Phase 0：モメンタム係数 γ_t ベースライン

$$\boxed{\gamma_t = 0}$$

変数のポイント

- データ欠損・学習初期のフォールバックとして **常に $\gamma_t = 0$** を使用。始値と終値のシフトを一切行わない。

変数メモ

本フェーズは学習初期・データ欠損時のフォールバックとして使用し、当日寄り付きと引けの偏位を考慮しない設定（$\gamma_t = 0$）を採用する。

Phase 1：EMA5 符号

ステップ／目的

1. **EMA5 リターンを計算** $r_{5,t} = \mathrm{EMA}_5(\Delta Cl_t)$
2. **符号を取得** $\mathrm{sgn}_t = \mathrm{sign}(r_{5,t})$
3. **モメンタム係数を決定** $\gamma_t^{(1)} = 0.05\,\mathrm{sgn}_t$

変数のポイント

- EMA5 は短期トレンドの最小検出器。
- **正符号**なら始値を +0.05 σ 上へ、**負符号**なら -0.05 σ 下へシフト。

追加変数・係数

記号	定義・役割
ΔCl_t	$\ln(Cl_t/Cl_{t-1})$
$r_{5,t}$	5 d EMA リターン
sgn_t	符号 (‐ 1,0,+1)
$\gamma_t^{(1)}$	Phase 1 出力 (± 0.05)

Phase 2：RSI 強弱

ステップ／目的

1. **RSI14 を計算** $\mathrm{RSI}_t = \mathrm{RSI}_{14}(Cl)$
2. **強弱スケール** $\Delta_{\mathrm{RSI}} = 0.05\,\tanh\big((\mathrm{RSI}_t - 50)/20\big)$
3. **モメンタム係数を更新** $\gamma_t^{(2)} = \mathrm{clip}\big(\gamma_t^{(1)} + \Delta_{\mathrm{RSI}},\, -0.10,\, 0.10\big)$

変数のポイント

- RSI¿70 → 買われ過ぎ：上寄り幅を縮小。RSI¡30 → 売られ過ぎ：下寄り幅を縮小。
- $|\Delta_{\mathrm{RSI}}| \le 0.05$ に制限し外挿を抑止。

追加変数・係数

記号	定義・役割
RSI_t	14 d RSI (0–100)
Δ_{RSI}	強弱変位 (± 0.05)
$\gamma_t^{(1)}$	Phase 1 入力
$\gamma_t^{(2)}$	Phase 2 出力 (± 0.10)

Phase 3：ボラレジーム補正

ステップ／目的

1. **VI Z-score** $z_{\mathrm{VI}} = (\mathrm{VI}_t - \mu_{63})/\sigma_{63}$
2. **倍率を決定** $c_t = \begin{cases} 1.10 & z_{\mathrm{VI}} > +1 \\ 0.90 & z_{\mathrm{VI}} < -1 \\ 1.00 & \text{otherwise} \end{cases}$
3. **モメンタム係数を更新** $\gamma_t^{(3)} = \mathrm{clip}(\gamma_t^{(2)}\, c_t,\, -0.12,\, 0.12)$

変数のポイント

- 高ボラ (+1 σ) で 10
- $\gamma_t^{(2)}$ を単純倍率補正するのみで符号は保持。

追加変数・係数

記号	定義・役割
VI_t	ボラ指数 (NKVI or VIX)
μ_{63}, σ_{63}	63 d 平均・標準偏差
c_t	レジーム倍率 (0.9 / 1.1)
$\gamma_t^{(2)}$	Phase 2 入力
$\gamma_t^{(3)}$	Phase 3 出力 (± 0.12)

Phase 4：λ_γ 自己適応

ステップ／目的

1. **予測誤差系列** $e_{t-k} = Cl^{\text{real}}_{t-k} - Cl^{\text{pred}}_{t-k}$
2. **勾配近似** $g_t \approx -\dfrac{2}{30}\sum_{k=1}^{30} e_{t-k}\,(\gamma^{(3)}_{t-k} - \gamma^{(1)}_{t-k})$
3. **λ 更新** $\lambda_{\gamma,t} = \text{clip}(\lambda_{\gamma,t-1} - 0.01\,g_t,\,0.80,\,0.98)$
4. **EWMA 平滑** $\tilde{\gamma}_t = \lambda_{\gamma,t}\tilde{\gamma}_{t-1} + (1-\lambda_{\gamma,t})\gamma^{(3)}_t$
5. **モメンタム係数を更新** $\gamma^{(4)}_t = \text{clip}(\tilde{\gamma}_t,\,-0.12,\,0.12)$

変数のポイント

- **初期 $\lambda_\gamma = 0.90$**、更新範囲 0.80–0.98。
- $\tilde{\gamma}_t$ が **Phase 4 最終推定値**。

追加変数・係数

記号	定義・役割
$\lambda_{\gamma,t}$	EWMA 平滑定数 (更新後)
g_t	勾配近似
e_{t-k}	終値予測誤差
$\tilde{\gamma}_t$	平滑後係数
$\gamma^{(3)}_t$	Phase 3 入力
$\gamma^{(4)}_t$	Phase 4 出力

Phase 5：ベイズ縮小

ステップ／目的

1. **サンプル数を取得** $n_i = \mathrm{count}(\gamma_{i,*})$
2. **セクター平均** $\bar{\gamma}_s = \mathrm{mean}(\gamma_{j,t}^{(4)} \mid j \in s)$
3. **縮小係数** $\tau = 15$
4. **ベイズ縮小**

$$\gamma_{i,t}^{\mathrm{final}} = \frac{n_i}{n_i + \tau}\,\gamma_{i,t}^{(4)} + \frac{\tau}{n_i + \tau}\,\bar{\gamma}_s$$

変数のポイント

- サンプル不足銘柄 (n_i 小) は **セクター平均** に引き寄せ過学習を回避。
- τ を大きくすると縮小強度↑、小さいと個別値を優先。

追加変数・係数

記号	定義・役割
n_i	銘柄 i のサンプル数
τ	縮小強度 (15)
$\bar{\gamma}_s$	セクター平均 γ
$\gamma_{i,t}^{(4)}$	Phase 4 入力
$\gamma_{i,t}^{\mathrm{final}}$	最終モメンタム係数