



ビジュアルガイド

Windows版 LUFScale - バージョン 2.2.3

クイックスタート

LUFScaleでできること

LUFScaleはファイルのラウドネスを測定し、「ノーマライズ」ではトゥルーパークを管理しながら、知覚音量をLUFS目標値へ実際に調整します。各音源を全時間解析し、出力を再測定して検証します。結果はタグや対応プレーヤーに依存せず、ファイル間の音量がより揃い、ずれは通知され、元ファイルは変更されません。

自由ソフトウェアと再配布

LUFScaleはGNU GPL-3.0-or-laterで配布される自由ソフトウェアです。ライセンス条件に従って使用、調査、変更、再配布できます。ソース、通知、第三者ライセンスを同梱します。本ソフトウェアは無保証で提供されます。



音声ファイルを追加

音声ファイルやフォルダを追加します。

保存先

保存先フォルダを選びます。

設定

プリセットと操作を選びます。

開始

処理を開始し、進行状況を確認します。

主な機能

- MP3、FLAC、WAV、AIFF、M4A、OGG、Opusのノーマライズ、ReplayGain、解析。
- 各ファイルを個別に測定し、選択した目標へ処理します。
- フォルダー構造、対応メタデータ、アートワークを保持し、原本は変更しません。
- 並列処理、キャッシュ、再開、品質管理、CSV、進行状況、CPU、LUFS履歴。
- 12言語の画面とPDFガイド。

設定 - オーディオ / オプション

主な機能

対象となる形式

LUFScaleはMP3、FLAC、WAV、AIFF、M4A、OGG、Opusに対応しています。ラウドネス測定、LUFScale目標、ノーマライズ時のTrue Peak上限、処理設定、品質チェックは、MP3だけでなく対応形式全般に適用されます。コーデックと一部の補正は出力形式によって異なります。MP3の例は個別のケースを示すもので、一般機能をMP3に限定するものではありません。

プリセット

目標ラウドネス、最大トゥルーピーク、MP3品質をまとめて設定します。手動で変更すると「カスタム」になります。

ファイル単位の処理

各ファイルの測定値から個別ゲインを計算し、True Peak上限内で目標LUFScaleに近づけます。

ITU-R BS.1770

LUFScaleは、基準コーパスで検証された唯一の方式である完全な履歴測定を自動的に使用します。

処理

ノーマライズは音声を実際に変更します。ReplayGainはストリームをコピーしてタグを追加します。解析のみは音声を作らず測定します。

音量

この設定はラウドネス目標の簡易選択です。システムの再生音量は変更しません。

- 小さめ: -18 LUFS - 落ち着いた音量で、ダイナミックレンジの余裕が大きく、リミッターが動作しにくい設定です。
- 標準: -16 LUFS - バランスのよい妥協点で、個人ライブラリの出発点に適しています。
- 大きめ: -14 LUFS - Spotifyの「標準」再生目標に近い、存在感のある音量ですが、制限処理が必要になる可能性が高まります。
- カスタム - 別のLUFS目標を直接入力できます。

これらは実用的な選択肢であり、世界共通の規格ではありません。

目標ラウドネス

ラウドネス目標は、曲全体の積分ラウドネスの目標値をLUFSで表したものです。負の値が小さいほどファイルは大きく聞こえ、-14 LUFSは-16 LUFSより大きくなります。2 LUの差は、ピーク制限前ではおよそ2 dBのレベル差に相当します。

目安: 落ち着いたダイナミクスを重視するなら-18 LUFS、全体的なバランスなら-16 LUFS、ストリーミング風の大きめの音量なら-14 LUFSです。配信サービス側で別の再生ノーマライズが行われる場合があります。

この目標だけで曲内部の強弱が平坦になるわけではありません。最大トゥルーピークによりクリッピングなしで目標へ到達できない場合、結果は少し低くなる場合があります。

最大トゥルーピーク

最大トゥルーピークは到達目標ではなく上限です。サンプル間ピークを含む、復元波形の最も高いピークをdBTPで制限し、エンコードや再エンコード後のクリッピングを減らします。

- -1.0 dBTP - 一般的な納品上限で、出力ピークは最も高くなります。
- -1.5 dBTP - 既定値で、MP3向けの慎重な妥協点です。
- -2.0 dBTP - 再エンコードする可能性がある場合や高いラウドネス目標で役立つ追加の余裕です。
- 0 dBTP - 余裕がなく、MP3には推奨しません。

より負の値ほど安全ですが、非常にダイナミックな曲がLUFS目標へ正確に到達できない場合があります。

ノーマライズ時のTrue Peak上限は全形式に適用されます。MP3の例はM4A/AAC、OGG/Vorbis、Opusの注意点を理解する際にも役立ちます。付録の追加内部マージン1 dBは、MP3出力の動的処理専用です。

音声品質

圧縮形式の品質とファイルサイズのバランスを設定します。数値が小さいほど品質とビットレートが高くなります。この設定はLUFS目標値や最大トゥルーピークを変更しません。

- 0 - 最高品質。細部を保つために推奨します。
- 1~2 - 非常に高い品質。
- 3~4 - 品質とサイズのよいバランス。
- 5~9 - 損失が増える代わりに小さいファイル。

FLACは値に関係なく可逆です。WAVとAIFFはこの設定を無視し、入力と互換性のあるPCMサンプルレートとビット深度を保ちます。MP3、M4A、OGG、Opusでは、小さい値が入力より高いビットレートを要求し、出力が大きくなる場合があります。大きい値は通常サイズを減らしますが、VBRがよく使われるため同じバイト数は保証されません。非可逆形式を再エンコードしても、すでに失われた情報は戻りません。

設定 - オーディオ / オプション

主な機能

並列処理

同時に処理できるファイル数を決めます。

- 自動は最大4タスクで開始します。CPU測定が利用できる場合は毎秒確認し、使用率70%未満で1タスク増やし、92%を超えると1タスク減らします。
- 自動は検出された論理プロセッサ数を超えず、絶対上限は16タスクです。
- CPU測定が利用できない場合、自動は検出された上限を動的調整なしで直接使用します。
- 数値を指定すると同時タスク数の最大値が固定されます。CPU使用率の目標値ではありません。

タスク数を増やすと大きな一括処理が速くなる場合がありますが、負荷、温度、ディスク動作が増えます。自動が表示されるまで-を押してください。

既存ファイルを上書き

保存先に同名のMP3がある場合に置き換えます。元ファイルは上書きされません。

中断後に再開

同じ設定で完了済みのファイルを認識し、再処理を省きます。

自動品質チェック

品質チェックはすべての対応形式が対象です。M4A、OGG、Opusも検証されますが、動的MP3やFLAC/WAV/AIFF専用の補正ループは使いません。ReplayGainでは信号の保持とタグを確認し、音声自体のノーマライズを保証するものではありません。

品質管理では動的MP3を最大3回再計算できます。FLAC/WAV/AIFFは最大2回補正できます。各試行を再測定し、最良の出力を保持します。

QCを無効にすると適合判定も補正再試行も行いません。均一化した出力はログとCSV用に再測定します。解析のみでは出力を作らず、出力QCも行いません。

CSVレポートを作成

測定値、時間、警告を含むCSVだけを作成し、診断JSONは追加しません。

ドロップまたは貼り付け後に自動開始

保存先が選択済みの場合、ドラッグ&ドロップまたは貼り付け後に自動で処理を開始します。

適合済みファイルを再エンコードしない

目標±0.10 LU以内かつTrue
Peak上限以下のファイルは再エンコードせずコピーします。

処理中の動作

LUFScaleは、基準コーパスで検証された唯一の方式である完全な履歴測定を自動的に使用します。



並列処理

同時に処理できるファイル数を決めます。

- 自動は最大4タスクで開始します。CPU測定が利用できる場合は毎秒確認し、使用率70%未満で1タスク増やし、92%を超えると1タスク減らします。
- 自動は検出された論理プロセッサ数を超えず、絶対上限は16タスクです。
- CPU測定が利用できない場合、自動は検出された上限を動的調整なしで直接使用します。
- 数値を指定すると同時タスク数の最大値が固定されます。CPU使用率の目標値ではありません。

タスク数を増やすと大きな一括処理が速くなる場合がありますが、負荷、温度、ディスク動作が増えます。自動が表示されるまで-を押してください。

処理中のシステム全体のCPU使用率を1秒ごとに更新します。

解析

解析のみは実行ごとにFFmpegで各ソース全体を再測定します。処理前グラフと進捗はファイル単位で進み、出力と出力QCはありません。

中断後に再開

同じ設定で完了済みのファイルを認識し、再処理を省きます。

自動品質チェック

品質チェックはすべての対応形式が対象です。M4A、OGG、Opusも検証されますが、動的MP3やFLAC/WAV/AIFF専用の補正ループは使いません。ReplayGainでは信号の保持とタグを確認し、音声自体のノーマライズを保証するものではありません。

品質管理では動的MP3を最大3回再計算できます。FLAC/WAV/AIFFは最大2回補正できます。各試行を再測定し、最良の出力を保持します。

QCを無効にすると適合判定も補正再試行も行いません。均一化した出力はログとCSV用に再測定します。解析のみでは出力を作らず、出力QCも行いません。

ラウドネスの変化

各ファイルは右側に点を追加します。「前」は常に測定した入力です。ノーマライズの「後」は実際に再測定した出力です。ReplayGainの第2グラフは破線で、入力ラウドネス+保存されたTrack Gainによる再生を推定します。☒記号と対応プレーヤーの注記は、出力ファイルの物理測定ではないことを示します。非対応プレーヤーでは元の音量のままです。対応プレーヤーでもブリアンプやクリッピング防止により結果が変わる場合があります。両グラフは共通の固定±6 LUスケールです。解析のみには「後」の出力がありません。

解析のみ

解析のみでは、各測定の完了時に処理前グラフ、ログ、進行バーがファイル単位で進みます。処理後は動きません。

処理中の動作

LUFScaleは、基準コーパスで検証された唯一の方式である完全な履歴測定を自動的に使用します。

処理ログ

各行はファイルまたは処理全体の段階を示します。

- 成功行はファイル名から始まり、「成功」を繰り返しません。
- 適合、再開、スキップ、キャンセル、エラーは、役立つ追加情報がある場合にのみ表示されます。
- レベルは入力 -> 再測定した出力、その後品質チェック結果を示します。
- 「警告」と「エラー」は、ファイル名、パス、詳細を含む別々の一覧を開きます。一時停止中または処理後に利用でき、各一覧を保存できます。

色：緑＝成功、オレンジ＝警告、赤＝未完了、青紫＝再開、灰＝情報・スキップ・キャンセル。

QC警告☒ラウドネスは、再測定出力が期待値から±0.60 LUを超えて外れたことを示します。より負の値は小さく、負が少ない値は大きく聞こえます。差は絶対値で、-14.00に対する-14.69は0.69 LUです。ファイルは作成されており、変換失敗ではありません。聴感上問題なければ操作は必須ではありません。厳密な目標が必要な詳細とCSVを確認し、目標とTrue Peak上限を確認して再実行してください。この表示だけでは、上限、エンコーダー、補正限界のどれが原因か断定できません。

QC警告☒ピークは、再測定True Peakが選択した上限を0.25 dB超えたことを示します。ファイルは作成されます。繰り返す場合は、LUFS目標を下げるか、例えば-2.0 dBTPのように安全な上限を選び、再処理してください。

累積時間は並列タスクの作業時間を合計します。合計時間は実際の経過時間です。

ReplayGainでは、ログに変化していない物理ラウドネス、メタデータへ書き込んだゲイン、設定した目標を表示します。品質管理が有効な場合の「音声は不変、タグを確認済み」は、ラウドネスとピークを入力と比較しタグを再読込したという意味であり、ファイルが物理的に目標値で測定されるという意味ではありません。

推定合計時間：計算中...

推定合計時間：12分 - 14:30頃に完了。「12分」は推定総時間、「14:30」は予定終了時刻です。日付をまたぐ場合は、時刻の前に日数が自動表示されます（例：『2日。14:30』）。

処理ログの色分け

成功	異常を検出せずに処理が完了しました。
適合済み	音声を変更せずコピーしました。元ファイルは目標値とピーク上限を満たしていました。
警告	出力は作成されましたが、測定値の一つが許容範囲外です。
キャンセル	処理は意図的に停止されました。エラーではありません。
エラー	対象ファイルの処理を完了できませんでした。

推奨設定と目安

プリセット	目標ラウドネス	最大トゥルーピーク	音声品質
音楽ライブラリ - 推奨	-16 LUFS	-1.5 dBTP	0
強めのストリーミング	-14 LUFS	-1 dBTP	0
ダイナミックな音楽	-18 LUFS	-2 dBTP	0

これらのプリセットはアプリの実用的な選択肢であり、普遍的な規格ではありません。

3つの確認ポイント

処理されない

対応する音声ソースが1つ以上選択され、別の保存先が指定されていることを確認してください。

FFmpegが見つからない

アプリケーションビルダーを再実行するかFFmpegをインストールし、再起動してください。

ピーク警告

より低いトゥルーピーク上限または低いラウドネス目標を選び、ファイルを再処理してください。

公式技術資料

FFmpegフィルター - loudnorm / ebur128:
<https://ffmpeg.org/ffmpeg-filters.html>

FFmpegコーデック - libmp3lameと音声エンコーダー:
<https://ffmpeg.org/ffmpeg-codecs.html>

ITU-R BS.1770-5 (11/2023) 、番組ラウドネスとトゥルーピーク:
<https://www.itu.int/rec/R-REC-BS.1770-5-202311-I/en>

EBU R 128 v5.0 (21/11/2023) :
<https://tech.ebu.ch/publications/r128>

ReplayGain原仕様:
https://wiki.hydrogenaudio.org/index.php?title=Original_ReplayGain_specification

技術付録

元のファイルは移動も変更もしません。

処理

ノーマライズは各ファイルを個別処理して出力を再測定します。ReplayGainはサンプルを変更しません。解析のみは測定と任意のCSVだけを作ります。

品質管理が有効な場合、ReplayGainは出力ファイルを再測定して物理ラウドネスとピークが変わっていないことを確認し、Trackタグも検証します。成功は音声が入ったタグが存在することを示すだけで、目標ラウドネスへの物理的到達を示しません。

QCを無効にすると適合判定も補正再試行も行いません。均一化した出力はログとCSV用に再測定します。解析のみでは出力を作らず、出力QCも行いません。

ITU-R BS.1770

FFmpeg loudnormはITU-R BS.1770に従い、統合ラウドネスLRA、しきい値、トゥルーピークTPを測定します。

基準解析

LUFScaleは、基準コーパスで検証された唯一の方式である完全な履歴測定を自動的に使用します。

ファイル単位の処理

各ファイルの測定値から個別ゲインを計算し、True Peak上限内で目標LUFSに近づけます。

MP3のみ：動的処理

線形処理に適さないMP3では内部トゥルーピーク目標を1.00 dB下げます。ただし-9 dBTP未満にはしません。指定目標は利用者とQCの基準です。

音声品質

MP3はLAME、M4AはFFmpeg AAC、OGGはVorbis、Opusはlibopusを使用します。FLACは可逆、WAV/AIFFはソース互換PCMを維持します。

適合済みファイルを再エンコードしない

目標±0.10 LU以内かつTrue Peak上限以下のファイルは再エンコードせずコピーします。

自動品質チェック

品質チェックはすべての対応形式が対象です。M4A、OGG、Opusも検証されますが、動的MP3やFLAC/WAV/AIFF専用の補正ループは使いません。ReplayGainでは信号の保持とタグを確認し、音声自体のノーマライズを保証するものではありません。

品質管理では動的MP3を最大3回再計算できます。FLAC/WAV/AIFFは最大2回補正できます。各試行を再測定し、最良の出力を保持します。

並列処理

FFmpeg処理は並列実行されます。累積時間は作業量の合計で、実時間ではありません。キャッシュと再開はソース、設定、出力を確認し、解析のみでは意図的にキャッシュを使いません。

Windows向けのビルド

パスは展開したソースパッケージのルート基準です:

Windows (x64) - 64ビット版Windows 10 1809以降またはWindows 11で次を実行します:

```
.\Create_Offline_Installer_Windows.cmd
```

作成されるファイル:

```
dist\LUFScale-2.2.3-Setup-x64.exe
dist\LUFScale-2.2.3-Setup-x64.exe.sha256
dist\LUFScale-2.2.3-Portable-x64.exe
dist\LUFScale-2.2.3-Portable-x64.exe.sha256
```

.exe Setup (LUFScaleを通常どおりインストールして継続利用する推奨版)
.exe Portable (インストール不要で、直接起動または別のコンピューターへ持ち運び可能)
.sha256 (対応する.exeファイルのSHA-256フィンガープリント)

技術付録 - 計算と式

L = LUFS, TP = dBTP, G = dB

ITU-R BS.1770

$$z_i = (1/T_g) \int x_i^2(t) dt$$
$$L_K = -0.691 + 10 \log_{10}(\sum G_i z_i)$$

K特性で重み付けした各チャンネルのエネルギーを組み合わせ、統合ラウドネスを算出します。

ITU-R BS.1770 - ゲーティング

$$T_g = 400 \text{ ms}; \text{overlap} = 75 \%$$
$$\Gamma_a = -70 \text{ LKFS}; \Gamma_r = \Gamma_{\text{loud}} - 10 \text{ LU}$$

絶対ゲートと相対ゲートにより、統合測定に使用するブロックを選択します。

ファイル単位の処理

$$G_{\text{file}} = L_{\text{target}} - L_{\text{input}}$$

各ファイルの測定値から個別ゲインを計算し、True Peak上限内で目標LUFSに近づけます。

出力なしの推定

$$G_{\text{est}} = L_{\text{target}} - L_{\text{input}}$$
$$TP_{\text{est}} = \min(TP_{\text{input}} + G_{\text{est}}, TP_{\text{limit}})$$

解析のみは結果を推定できますが、音声ファイルと出力QCは作りません。

適合済みファイルを再エンコードしない

$$|L_{\text{in}} - T| \leq 0.10 \text{ LU}$$
$$TP_{\text{in}} \leq TP_{\text{max}}$$

目標±0.10 LU以内かつTrue Peak上限以下のファイルは再エンコードせずコピーします。

ラウドネスの変化

$$\Delta = L - T$$
$$R_{\text{display}} = [-6, +6] \text{ LU}; \tau_{\text{QC}} = \pm 0.60 \text{ LU}$$

「前」は物理ラウドネスです。ReplayGainの第2グラフは保存ゲインから対応プレーヤーでの再生を推定します。

自動品質チェック

$$|L_{\text{out}} - L_{\text{expected}}| > 0.60 \text{ LU}$$
$$TP_{\text{out}} > TP_{\text{limit}} + 0.25 \text{ dB}$$

品質チェックはすべての対応形式が対象です。M4A、OGG、Opusも検証されますが、動的MP3やFLAC/WAV/AIFF専用の補正ループは使いません。ReplayGainでは信号の保持とタグを確認し、音声自体のノーマライズを保证するものではありません。

品質管理では動的MP3を最大3回再計算できます。FLAC/WAV/AIFFは最大2回補正できます。各試行を再測定し、最良の出力を保持します。

QCを無効にすると適合判定も補正再試行も行いません。均一化した出力はログとCSV用に再測定します。解析のみでは出力を作らず、出力QCも行いません。

ReplayGain - 再エンコードなし

$$G_{\text{tag}} = L_{\text{target}} - L_{\text{input}}$$
$$P_{\text{peak}} = 10^{TP/20}$$

ReplayGainは推奨ゲインを計算しREPLAYGAIN_TRACK_GAIN/PEAKを書きます。音声は再エンコードせずコピーされ、対応プレーヤーだけがタグを適用します。物理LUFSとTrue Peakは変わりません。

ReplayGainは、対応プレーヤーで使うライブラリの再生音量を、再エンコードせず可逆的に揃える用途に適しています。すべてのプレーヤーで物理的に目標値を測定できるファイルを納品する場合は、ノーマライズを使用してください。

技術付録 - 自動品質チェック

L_t = LUFS目標、 TP_{req} = 指定上限、 $TP_g = 0.05$ dBの余裕

対象となる形式

測定と品質しきい値は対応形式全般に適用されます。「MP3のみ」と記された内部目標と補正式は動的MP3ループを示します。補正回数の上限ではFLAC/WAV/AIFFを別に示しており、M4A、OGG、Opusに一般化できません。

線形loudnormの適用条件

$$\begin{aligned} G &= L_t - I \\ TP_{pred} &= TP_{in} + G \\ m_{TP} &= TP_{req} - TP_{pred} \geq 0.05 \\ m_{LRA} &= LRA_t - LRA_{in} \geq 0.05 \end{aligned}$$

予測トゥルーピークとLRAの余裕がどちらも0.05以上の場合だけ線形モードを使います。

MP3 - 初期内部トゥルーピーク

$$\begin{aligned} TP_{safe} &= TP_{req} - 1.00 \text{ dB} \\ TP_{int,0} &= \max(-9 \text{ dBTP}, TP_{safe}) \end{aligned}$$

動的MP3の内部目標は指定上限より1.00 dB低く開始し、-9 dBTPを下限とします。

厳密な適合

$$\begin{aligned} |L_{out} - L_t| &\leq 0.50 \text{ LU} \\ TP_{out} &\leq TP_{req} \end{aligned}$$

出力が目標の±0.50 LU以内で、トゥルーピークが指定上限以下なら厳密適合です。

MP3 - ピーク補正

$$\begin{aligned} TP_g &= 0.05 \text{ dB} \\ e_{TP} &= TP_{out} - (TP_{req} - TP_g) \\ TP_{int,n+1} &= TP_{int,n} - e_{TP} \end{aligned}$$

ピークが上限を超えた場合、次の内部目標を超過量と0.05 dBの余裕分だけ下げます。

MP3 - 低ラウドネス補正

$$\begin{aligned} r &= \min[(L_t - 0.45) - L_{out}, \\ &\quad (TP_{req} - 0.05) - TP_{out}] \\ TP_{int,n+1} &= TP_{int,n} + r \end{aligned}$$

ラウドネスが低い場合、ピーク余裕の範囲で内部目標を $L_t - 0.45$ LUへ上げ、0.01 dB未満の変更は行いません。

最良試行

$$\begin{aligned} p &= \max(0, TP_{out} - TP_{req}) \\ e_L &= \max(0, |L_{out} - L_t| - 0.50) \\ d_L &= |L_{out} - L_t| \\ \text{score} &= (p > 0, e_L > 0, p, e_L, d_L) \end{aligned}$$

利用できる試行の中で、ピーク上限、ラウドネス許容範囲、目標との差の絶対値の順に評価します。動的MP3とFLAC/WAV/AIFFの補正に適用されます。

補正回数の上限

$$N_{MP3} \leq 3; N_{lossless} \leq 2$$

動的MP3は最大3回、FLAC/WAV/AIFFは最大2回補正します。条件を満たせば早く終了します。

QC警告と再試行目標

$$\begin{aligned} \Delta L &= L_{out} - L_t \\ QC_{alert} &\Leftrightarrow |\Delta L| > 0.60 \vee TP_{out} > TP_{req} + 0.25 \\ \text{strict}_{OK} &\Leftrightarrow |\Delta L| \leq 0.50 \wedge TP_{out} \leq TP_{req} \\ \text{retry}_{MP3} &\Leftrightarrow \neg \text{strict}_{OK} \wedge |TP_{int,n+1} - TP_{int,n}| \geq 0.01 \end{aligned}$$

QC警告は±0.60 LUと+0.25 dB、再試行は0.01 dB以上の変更で厳密上限を目指します。