



for Printer

操作マニュアル

スキャン画像の色を原本(デジタルデータ)へ
数値で合わせ込む色校正ツール。

種類	Webアプリ(インストール不要・PCブラウザ)
URL	https://delta-e-for-printer.harutohayakawa.com
推奨	Google Chrome
連絡先	contact@harutohayakawa.com
発行	2026年8月(改訂)

1 概要

原本(データ)とスキャン画像の色差 ΔE を全ピクセルで実測し、色を原本へ近づける補正ファイル(LUT / .cube)を生成する。「印刷 → スキャン → 解析 → LUT適用 → 再印刷」を繰り返して色差を下げる。

どのモードを使うか

色の差を数値で確かめたい／部分的に直したい	→	ベリファイ 6章
印刷の色を、データ(原本)の色に合わせたい	→	キャリブレーション 3章
2台のプリンタで、刷り上がりの色を揃えたい	→	デバイスリンク 5章
スキャナ自身の色の偏りを取り除きたい	→	スキャナ較正 7章 任意

モード切替は画面右上(白色が選択中)。

Target と Compare に入れるもの

モード	Target(左枠)	Compare(右枠)
ベリファイ	役割固定なし(原本・スキャンいずれでも可)	
キャリブレーション	原本(デジタル)	スキャン
デバイスリンク	基準プリンタ(A)のスキャン	対象プリンタ(B)のスキャン
スキャナ較正	基準チャートのスキャン1枚のみ	

TargetとCompareを入れ替えない。Targetは動かない目標、Compareは毎回入れ替える測定対象。逆に入れると、歪みを打ち消す代わりに歪みそのものを原本へ焼き込むことになり、回を追うごとに色被りが悪化する。

LUTは重ねない。毎回まっさらな原本に、最新の1本だけを当てる。キャリブレーションとデバイスリンクのLUTも同じ出力には併用しない——目的が違うため色が破綻する。

2 事前準備

精度はスキャナ設定でほぼ決まる。自動補正が有効だと毎回違う色が返り、色差が収束しない。

スキャナ

項目	設定
色補正	なし(自動補正オフ)
保存形式	TIFF(非圧縮)
解像度	300 dpi(上げても精度は変わらない)
自動露出	オフ
明るさ	紙の余白が真っ白(255)にならない程度まで下げる

白飛びの確認。スキャン後、印刷されていない紙の余白の数値を見る。255に張り付いていたら明るすぎる——そこから先の変化が記録されず、白や淡い色がいつまでも直らない。245～250に収まるまで明るさを下げる。白飛びは後から取り戻せないの
で、まず明るさで潰す。下げた分はスキャナの偏りとして刷り上がりに反転して残るため、チャートがあればこの設定のままスキャナ較正(7章)で外す。

画像編集ソフト

LUTの適用に「カラールックアップ調整レイヤー」を使うため、実質的にPhotoshopが必要。

項目	設定
カラースペース	sRGB IEC61966-2.1
ビット深度	16bit
LUT適用	調整レイヤー(非破壊)
書き出し	TIFF 16bit・圧縮なし

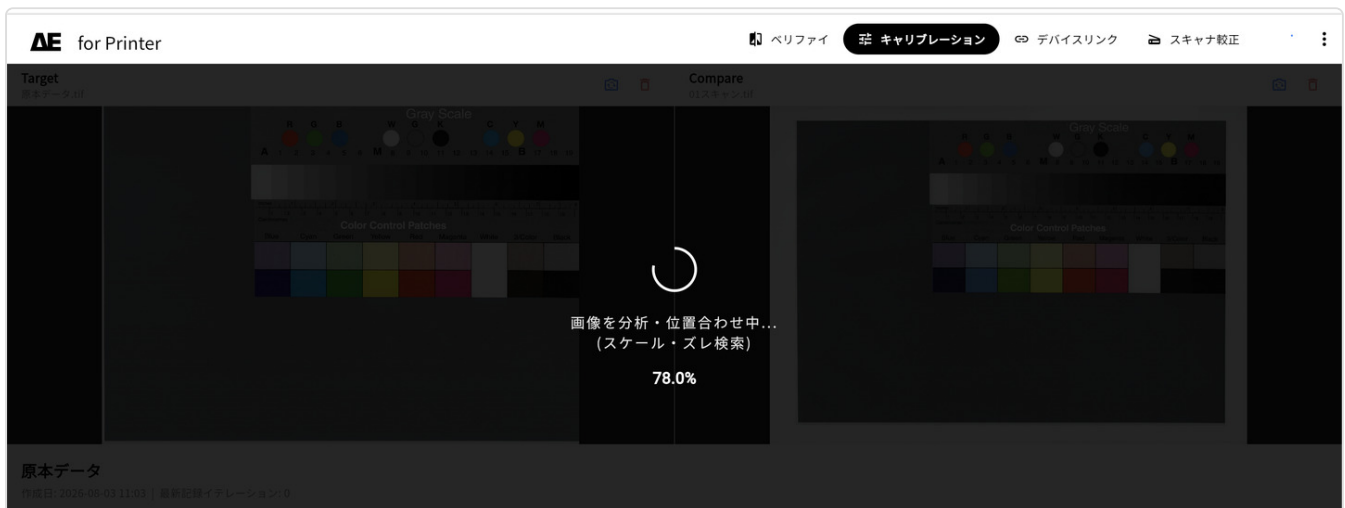
形式が違くと読み込めない。全画像を sRGB に統一する(Adobe RGB等は読み込み前に変換)。TIFFは必ず圧縮なし——LZW圧縮の16bit TIFFは読み込めず、画像がノイズになる。

1周ぶんは同じ条件で通す。スキャナの設定・用紙の置き方・スキャンする時間帯。途中で変えると、色ではなくスキャナの違いを測ることになり、数値が回ごとに跳ねる。1周ぶんのスキャンは続けて行う。設定を変えたらセッションを作り直す。

3 キャリブレーション手順



1. 右上を **キャリブレーション** に切替。
2. 左枠(Target)に原本画像を読み込む。ブラウザへドラッグ&ドロップ(左半分=Target/右半分=Compare)。ファイル名からセッションが自動で作られる。
3. 原本を印刷・スキャンし、右枠(Compare)に読み込む。
4. **画像を解析してLUTを生成** を押す。位置合わせ・ ΔE 実測・LUT生成が自動実行される(進捗%表示・完了までブラウザを閉じない)。
5. 完了後、**最適化LUTをダウンロード** ((セッション名)_補正LUTファイル_iterN.cube)。
6. Photoshopで原本にカラー Lookupアップ調整レイヤーとしてLUTを適用。TIFF 16bitで書き出して再印刷し、手順4へ戻る。平均 ΔE が下がらなくなるまで繰り返す(4章)。



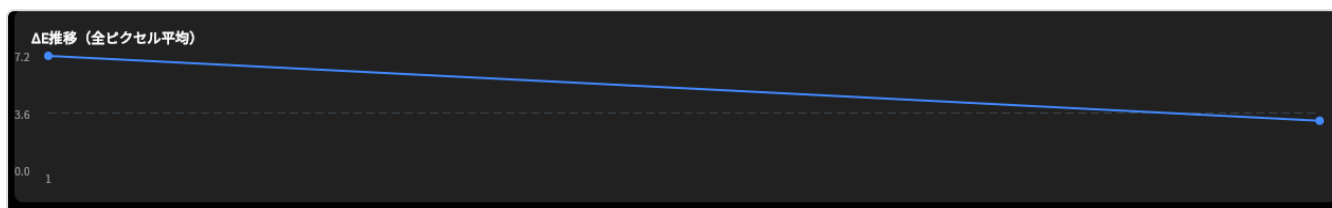
手順4を押したあとの画面。位置合わせ→ ΔE 実測→LUT生成が自動で進む(完了までブラウザを閉じない)

LUTは累積補正込みで生成される。毎回まっさらな原本に最新の1本だけを当てる(重ね掛け不可)。元画像への上書き保存も不可。

解析後にCompare画像が消えるのは記録完了の合図(正常)。セッションはブラウザを再読み込みすると消える。

4 結果の確認

イテレーション履歴に全ピクセル平均 ΔE (成績の主指標) と色域別 ΔE (参考) が記録される。2周目以降は推移グラフを表示。



ΔE 推移グラフ (例: 1周で ΔE 7.17 $\rightarrow$ 3.11)

- 緑バナー: 全色域が ΔE 1.0 以下に収束。
- オレンジバナー / 「色域外」表示: プリンターの再現限界。これ以上は改善不可。

どこまで下がれば完了か

同じ紙を2回スキャンしただけでも **ΔE 2 前後**の差が出る。これが測定の下限で、色をどれだけ合わせてもこれ以下にはならない。

- 平均 ΔE が下がらなくなったら収束。それ以上回しても変わらない。
- 最大 ΔE は判断に使わない。紙の汚れや傷など1点の外れ値で決まるため、平均が下がっていても大きいままになる。

刷る前の確認

刷る前に書き出したファイルを開き直し、色が変わっていることを目で確かめる。ここを飛ばすと、補正の入っていない紙を刷って1回分が無駄になる。

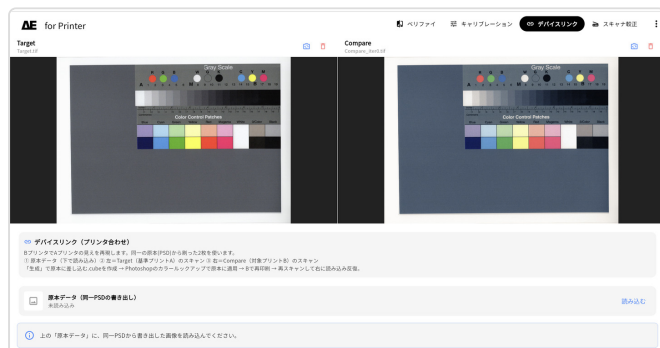
5 デバイスリンク(プリンタ合わせ)

別プリンタ(B)を、基準プリンタ(A)の刷り上がりに近づけるモード。同一の原本から刷ったA・B 2枚のプリントを使う。色差が下がない場合は、A・Bそれぞれを個別にキャリブレーションしてから再度試す。

過去のプリントを基準にする場合。元データ(PSD等)があれば使える——過去のプリントのスクランをA、同じ元データを新プリンタで刷ってスクランしたものをBとする。元データが無ければ前提を満たせないで、過去のプリントのスクランを **キャリブレーション** のTargetに読み込んで代用する。



1. 右上を **デバイスリンク** に切替。
2. 原本(同一PSDの書き出し)をパネルの **読み込む** で読み込む。**左枠=A(基準)、右枠=B(対象)**のスクランをドラッグ&ドロップ。3つ揃うまで、次に読み込む項目だけが案内表示される。
3. 3つが揃うと **デバイスリンクLUTを生成** が現れる。押すと位置合わせ→フィット→生成が自動で進む。
4. **デバイスリンクLUTをダウンロード** → Photoshopで原本にカラーラックアップ調整レイヤーとして適用 → Bで再印刷。
5. 再スクランを右枠に読み込み、生成を繰り返して残差 ΔE (履歴の平均 ΔE)を下げる。2周目以降は ΔE 推移グラフを表示。



① 3つ揃った状態

左=A(基準)、右=B(対象)、下に原本データ



② 生成完了

ΔE 推移とイテレーション履歴(7.72→2.57)

入れ替えるのはCompareだけ。生成後にCompareが消えるのは記録完了の合図(正常)。原本データとTargetは最後まで触らない——差し替えると積み上げた補正が無効になり、ループが初期化される(履歴が消えたらこれ)。

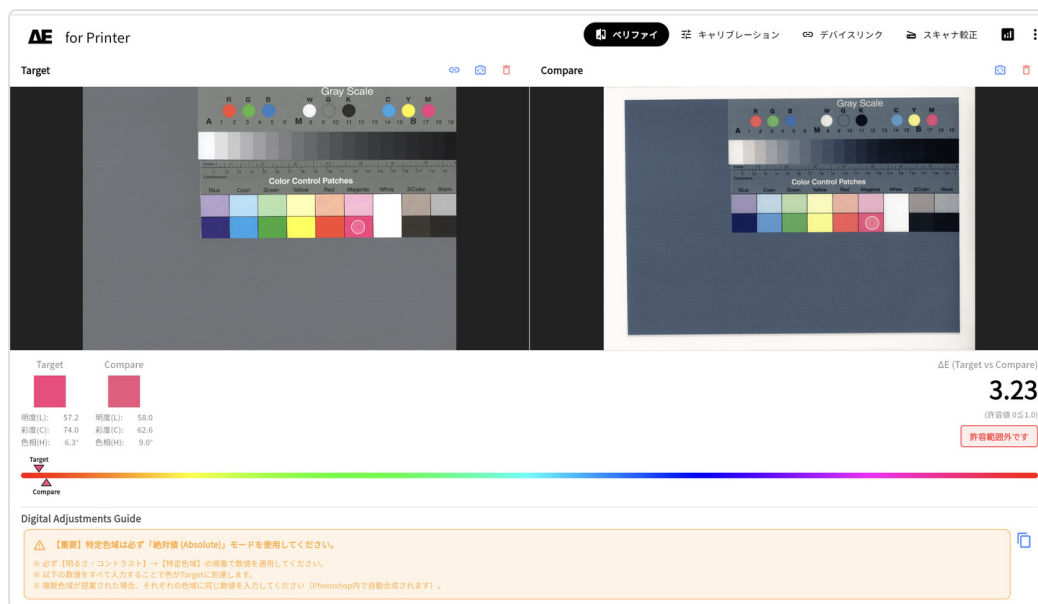
補正は実測した色差から直接つくられ、滑らかさを保つ処理を通すため階調のバンディングは出ない。Bで出せない色(色域外)は最も近い色に置き換え、その割合を警告表示する。原本と刷り上がりで大きさや向きが違って自動で合う(余白のぶん縮小されても、紙が上下逆でも可)。合わせられない場合は数値を出さずエラーで止まる。

照明が変わると合って見えない。一致はスキャナ照明下での一致(メタメリック)。A・Bでインクや紙が違うと、別の照明ではズレて見えることがある。

6 ベリファイモード(点の確認・仕上げ)

2枚を読み込み、対応する2点をクリックすると色差を表示。ΔE 1.0以下で緑判定。下部の

Digital Adjustments Guide にPhotoshop用の補正数値が出る(特定色域は必ず絶対値モードで適用)。



2点間の色差と補正ガイド(例: ΔE 3.23=許容範囲外)

仕上げの局所補正に使う

LUTは「色→色」の写像のため、同じ色が別の場所にあっても区別できない。ループを回しても消えない残差は2種類に分かれる。

残差の種類	見分け方	直し方
色に依存	同じ色が、どこにあっても同じだけ転ぶ	LUT。まだイテレーションを回せる(下がらなければ色域外)
場所に依存	同じ色でも、場所によって値が違う	LUTでは原理的に不可能。選択範囲を切って補正する

ベリファイで同じ色を2箇所以上読めば、どちらの残差か判別できる。

先にループを終わらせる。局所補正はループが収束してから。途中で入れると、アプリはその補正もLUTのせいだと解釈し、次のLUTが全体へ焼き込もうとして破綻する。

精度を決めるのは置き位置。クリック点の5×5画素を平均するため、1回の読みは±0.2 ΔE程度で安定する。ただし2枚を原稿台の同じ位置に置くこと。位置が違っているとスキャナの面内ムラ(0.9～1.6、隅で最大2.5)が乗り、読み取り精度より一桁大きい誤差になる。

あとで同じ補正を再現できるようにする。選択範囲を切った補正は.cubeに入らない。作品ごとの手作業になるため、選択範囲はマスクとしてPSDに保存し、補正は調整レイヤーの数値として残す。「LUT → マスク付き調整レイヤー」の順を固定する。

7 スキャナ校正(任意)

スキャナ自身の色の偏りを、基準チャートを使って測って取り除くモード。必須ではない——チャートを持っていないければ、他の3モードはこれまでどおり単独で使える。

校正が要るのはキャリブレーション。スキャンの偏りを補正しないと、それがプリンタの誤差として学習され、刷り上がりは偏りのぶんだけ逆にずれた場所へ収束する。デバイスリンクは同じスキャナの2枚を比べるため偏りが打ち消し合い、校正しなくても収束先は変わらない(ΔE の数値が正確になる)。

使えるチャート

基準値の出典が確認できるチャートのみを、信頼度の高い順に並べてある。



スキャナ校正モードの画面。右のリストに使えるチャートが信頼度の高い順に並び(各項目に信頼度バッジと基準値の出典を表示)。チェックを入れると、そのチャートに必要な操作が下に開く(IT8なら基準データの読み込み)

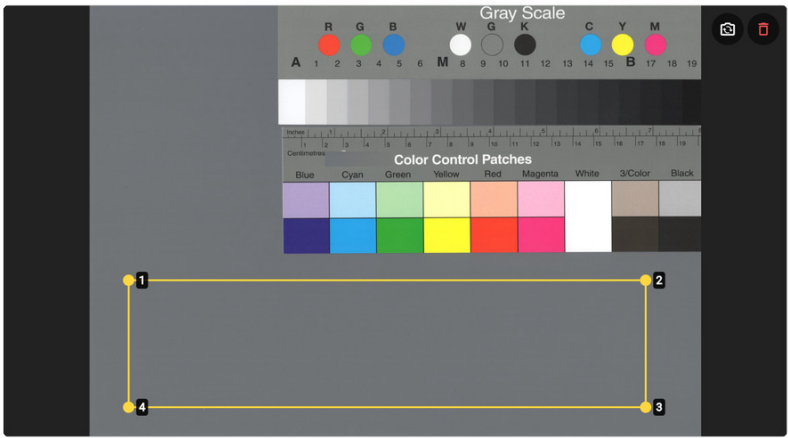
チャート	基準値	入手
IT8.7/2	ロット別の実測データが付属(最も正確・264パッチ)	€10前後+送料。最も安く最も正確
ColorChecker Classic	メーカー公式の公称値(24パッチ)	1.7万円前後。2014年11月の前後で顔料が違うため該当する方を選ぶ
グレーカード	反射率18%という物理量(1点のみ)	階調全体は張れないので他と併用

Tiffen / Kodak のカラーパッチは非対応。公式の基準値が存在せず、グレースケールも個体差が大きい(実測で公称値から7.5%のずれ)。もっともらしいが誤った補正は、補正しないより悪いため対象から外している。

7 スキャナ校正(任意) 手順

1. チャートを2章と同じ設定でスキャンする(校正はスキャン設定ごとに固有。設定を変えたら作り直す)。
2. 右上を **スキャナ校正** に切替え、スキャン画像をドラッグ&ドロップ。
3. 右のリストで使うチャートにチェックを入れる。IT8を使う場合は **基準データを読み込む** で付属の実測ファイル(.txt/.cie)を読み込む。
4. **この画像上でマークする** を押し、チャートの四隅を左上→右上→右下→左下の順にクリック。

スキャナキャリブレーション
基準チャートをスキャンした画像を読み込み、四隅をタップして校正LUTを生成します。基準値の典拠が確認できるチャートのみを対象にしています(信頼度の高い順に表示)。



1. IT8.7/2 (個体別データ添付)
☐ **個体別実測データ**
チャートに同梱される個体別(ロット別)実測CGATSファイルを読み込みます。公称値ではなく実際に測定された値なので、製造ばらつきの影響を受けません。フラットベッドでフタを閉じて読む場合は、必ず白裏当て(WhiteBacking)の参照ファイルを選ぶこと——黒裏当ての値を使うと平均ΔE 0.9・最大1.9の系統誤差が乗る(明るいパッチほど大きい)。

2. ColorChecker Classic (2014年11月以降)
☐ **メーカー公式の公称値**
X-Rite公式の新配合ロット向け参照データ(CGATS)に基づく公称Lab値(D50/2°)。2014年11月に資料が変更されているため、それ以前のチャートには使えません。

3. ColorChecker Classic (2014年11月以前)
☐ **メーカー公式の公称値**
旧配合ロット向けの公称Lab値(GretagMacbeth由来。ArgyllCMS同様の参照データと同一)。原典はイルミナントC基準——ニュートラル列の色度が(0.3101, 0.3163)=Cと完全一致することで確認済みなので、アプリ内でBradford色順応によりD65へ変換して使います。2014年11月以降のチャートには使えません。

☒ **4. グレーカード (反射率18%)**
物理量による定義
反射率18%という物理量から直接L*を算出します。信頼できますが1点のみなので、階調全体を張るには他のチャートと併用してください。
グレーカードの四隅を、左上→右上→右下→左下の順にタップしてください。

四隅をクリックした状態(4/4)。枠内が読み取り範囲。図は操作の例で、写っているチャート自体は対応対象ではない(対応チャートは前ページ)

5. **解析してLUTを生成** を押し。補正前のスキャナ誤差が表示される。
6. **他のモードで使えるように登録** を押し、現れたスイッチをONにする。以降、キャリブレーションとデバイスリンクで自動的に適用される(適用中は各モードの上部に緑のバナーが出る)。

✔ **LUT生成完了 (1パッチ)**
補正前のスキャナ誤差: 平均ΔE 2.39 / 最大 2.39 (GRAYCARD18)

[LUT\(.cube\)をダウンロード](#) [他のモードで使えるように登録](#)

生成完了。ダウンロードして手元で使うことも、アプリ内で他モードに適用することもできる

校正が掛かるのはスキャン画像だけ。キャリブレーションはCompare(スキャン)だけ、デバイスリンクはTarget・Compareの両方に掛かる。原本データには掛からない(スキャナを通過していないため)。手元で補正済みの画像を読み込むときは二重適用になるのでスイッチをOFFにする。Targetにもスキャン画像を使う場合もOFFにする——両方が同じスキャナを通過していれば偏りは打ち消し合うが、ONのままでは片側だけが補正されて釣り合いが崩れる。

測れるのは印刷物まで。チャートは印刷物なので、素材が違うもの(油絵具など)を測ると誤差が残る。全体的な色被りや階調の偏りは取れるが、絶対的な測色にはならない。

8 うまくいかないとき

症状から原因を探す

症状	原因	対処
色差が下がらない ／回を追うごとに上がる	書き出したファイルにLUTが入っていない	調整レイヤーの表示がオフ／不透明度が下がっている／.cube 読込前に書き出した、のいずれか。書き出す前に画面の色が変わ ったか確認する
	LUTを原本以外に当てた	当てる先は必ず原本データ。スキャン画像に当てても意味がない
	前のLUTに重ね掛けした	毎回まっさらな原本に、最新の1本だけを当てる
数値が回ごとに大きく跳ねる	スキャン条件が回ごとに違う	設定・用紙の置き方・時間帯を揃える。紙の余白の数値がずれて いないか確認する
最大 ΔE だけ極端に大きい	紙かスキャナ面のゴミ・傷	原稿台と用紙を清掃して刷り直す。平均 ΔE が下がっていれば実 害はない
白や淡い色が直らない	白飛び	スキャナの明るさを下げる(2章)
読み込んだ画像がノイズにな る	圧縮されたTIFF	圧縮なしで書き出し直す(2章)
位置合わせのエラーで止まる	原本と違う絵柄／絵柄が写ってい ない	同じ絵柄のスキャンか、原稿が枠内に入っているか確認する
履歴が消えて最初からになっ た	原本データかTargetを差し替えた	正常な動作。基準が変わると、それまでの補正は使えないため初 期化される

※ 本書のスクリーンショットに写る基準チャートは、第三者の商標表示を周囲の色で塗り潰す加工を行っている(無編集ではない)。

連絡先

早川 温人 contact@harutohayakawa.com



紹介ページ:harutohayakawa.com/delta-e-for-printer (AIに質問可)