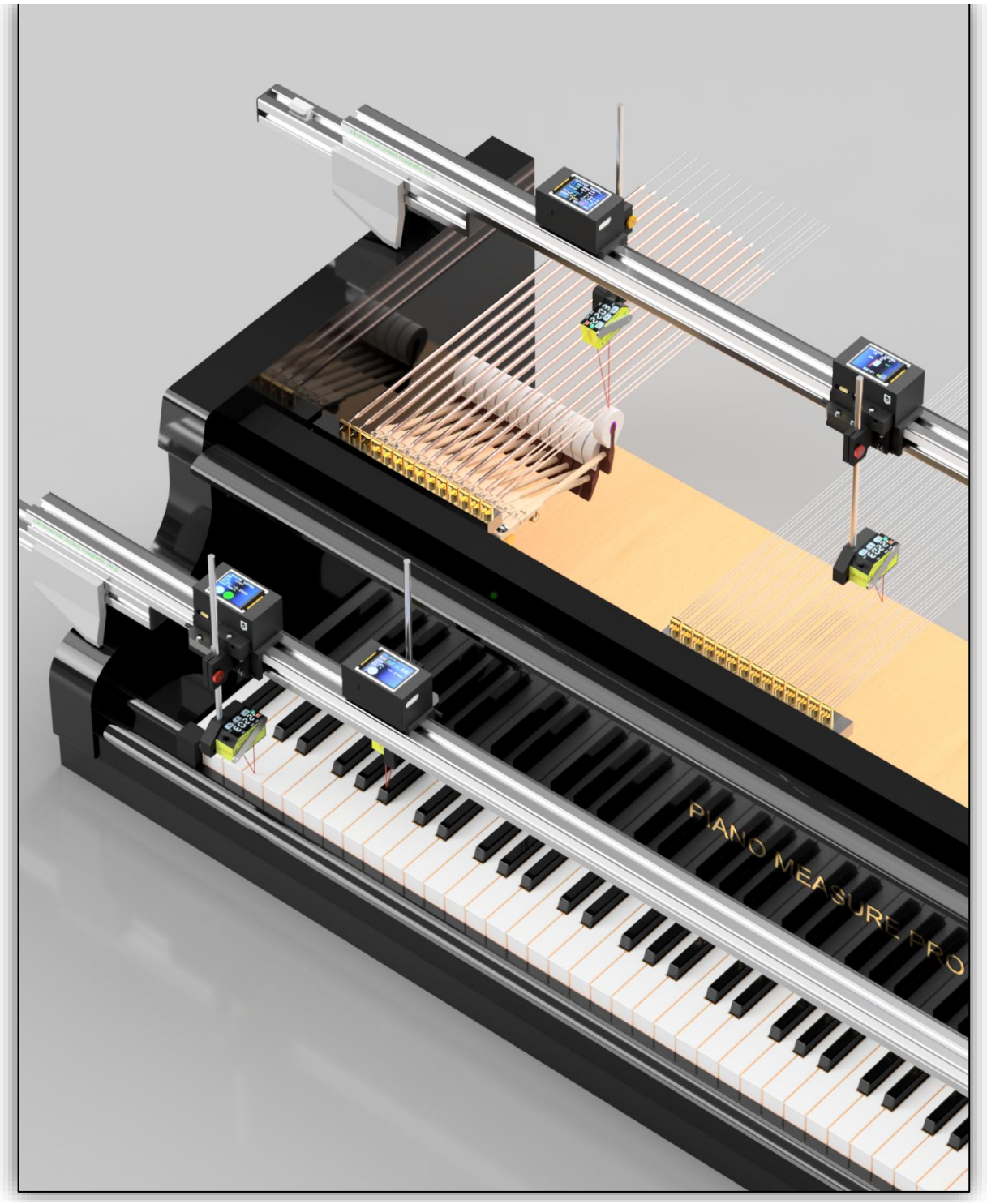
piano measure pro™

LASER PRECISION | Innovation for piano makers

高さと長さを非接触で測るデジタル測定システム

取扱説明書（v11）



Copyright © 2024-2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen（ドイツ・リューヘン）

1 目次

1 目次 2
2 装置の説明 11
2.1 音名とオクターブ表記 11
2.2 測定装置の全体構成 12
2.3 レーザー変位センサー 13
2.4 位置センサー（リニアエンコーダーとガイドレールの磁気スケール） 14
2.5 9 V角形充電池 15
2.6 赤外線リモコン（IR） 16
2.7 電源の投入 16
2.7.1 起動画面とオンライン設定 17
2.7.2 ファームウェア更新の確認とインストール 18
2.7.3 ローカルWi-Fiの設定 19
2.8 機器の識別：製造番号と固有のネットワーク名 20
2.9 ウェブインターフェースとREMOTE 21
2.9.1 Wi-Fiの有効化とブラウザー接続 21
2.9.2 Wi-Fiの状態確認と接続の切り替え 22
2.9.3 スタートページを開いてREMOTEを選択する 23
2.9.4 REMOTEの操作方法 25
3 ガイドレールの設置 26
4 Key Level：鍵盤ならしと鍵盤深さの調整 27
4.1 鍵盤とアクションの準備 27
4.2 ガイドレールの位置合わせ 28
4.2.1 位置と角度の調整 28
4.2.2 ガイドレールを同じ位置に戻す 29
4.3 測定の開始 30
4.4 鍵盤高さの測定（白鍵） 31
4.4.1 基準ブロックによる鍵盤高さの絶対測定 32
4.4.2 測定結果の評価：CROWN、CANT、DISH 35
4.4.3 繰り返し測定と戻り位置再現性の確認 37
4.4.4 各音の比較と平均値の使用 38
4.4.5 基準曲線の算出方法 39
4.4.6 Level、Tilt、Crownの個別設定 40
4.4.7 わずかな中低を意図的に残す場合 41

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.4.8 基準の確定と測定の続行 42
4.5 鍵盤高さの測定（黒鍵） 43
4.6 鍵盤深さの測定（白鍵） 44
4.7 鍵盤深さの測定（黒鍵） 45
4.8 データセットの保存 46
4.9 データの呼び出し：鍵盤ならしと鍵盤深さ 48
4.9.1 WHITE LIVE（白鍵のリアルタイム測定） 48
4.9.2 LIVEモードでのRETURN再確認 51
4.9.3 CANT ADJUST：各鍵の左右傾斜を修正する 52
4.9.4 BLACK LIVE（黒鍵のリアルタイム測定） 53
4.9.5 WHITE LVL / WHITE DIP / BLACK LVL / BLACK DIP（記録済み測定値の呼び出し） 54
4.9.6 ADJUSTモード 55
4.10 紙パンチングの厚さの設定と変更 56
4.10.1 紙パンチングの正しい測定と保管 58
4.11 鍵盤比の測定 59
4.12 新しいウェブインターフェースでKEYSを開く 61
4.12.1 測定基準と設定の確認 66
4.12.2 全体把握のためのDEVIATIONS活用 67
4.12.3 作業工程に応じたパンチングの選択 70
4.12.4 基準曲線の比較 73
4.13 Excelによるデータセットの分析（旧方式） 76
4.13.1 Wi-Fi接続の確立 76
4.13.2 本体からのデータ読み込み 77
4.13.3 「DATA」シート 78
4.13.4 「DIAG_DEV」シート 79
4.13.5 「DIAG_WB」シート 81
4.13.6 「DIAG_W」シート 82
4.13.7 「DIAG_B」シート 83
4.13.8 「LVL_TOO_LOW」/「DIP_TOO_LOW」/「LVL_TOO_HIGH」/「DIP_TOO_HIGH」シート 84
5 「action regul.」機能：グランドピアノのアクション測定と整調 85
5.1 基本セットアップ：ガイドレールとセンサー 87
5.1.1 傾き設定（TILT） 99
5.1.2 斜めに張られた弦に対するセンサーとセンサーアームの傾き調整 100
5.2 起動とFINE / COURSEの選択 103
5.3 メイン画面 104
5.3.1 整調パラメーターの目標値 104

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.3.2 測定値の表示 104
5.3.3 音によるフィードバック（TONE） 106
5.4 基本測定：STRING、HAMMER-TO-STRING、SCAL QUICK 107
5.4.1 STRINGモード 107
5.4.2 HAMMER-TO-STRINGモード 108
5.4.3 SCAL INSTR QUICK：楽器内での整調 109
5.4.4 SCAL BENCH QUICK：作業台での整調 112
5.5 ADVANCED：実測した弦高に基づく整調 115
5.6 保存済みセクションのセットアップと作業再開 117
5.6.1 作業台で基準を取得する前にハンマーの走りを確認する 117
5.7 ADVANCED：楽器上と作業台での手順 127
5.7.1 楽器内での開始：スロット、セクション、測定点 127
5.7.2 ダンパー装着時：レーザー光路とセンサーアームの位置合わせ 128
5.7.3 HAMMER EACH：フェルト帯を使って多数の音を記録する 129
5.7.4 HAMMER EACH：再測定と1音ずつの移動 130
5.7.5 弦への接触を確認し、レットオフ測定へ切り替える 131
5.7.6 楽器内での実際のレットオフを記録する 132
5.7.7 特例（カポバー）：弦スキャンとレットオフ0.00 mm 133
5.7.8 作業台用支柱の設置と調整 134
5.7.9 別の取り付け方法：ガイドレールをアクション整調台に固定する 139
5.7.10 作業台での共通位置基準の設定 141
5.7.11 MATCH INSTR：作業台で最初のセクションを照合する 142
5.7.12 MATCH INSTR：追加のサンプル音と位置表示 143
5.7.13 MATCHの確認と目標値の設定 144
5.7.14 MATCH INSTR：照合時の画面表示を確認する 145
5.7.15 残りのセクションの照合と整調 147
5.7.16 ダンパー取り付け後のSTRINGプロファイル再利用 148
5.7.17 特例：フレーム支柱でハンマーヘッドが隠れる場合 152
5.7.18 中断後の再開と作業状態の保存 153
5.7.19 楽器データセットの保存と再読み込み 154
5.7.20 セクション内の特定記録の消去 155
5.7.21 センサー位置変更後の弦基準の確認 156
5.8 SCAL ADVANCED：基準とデータセット 157
5.8.1 SCAL INSTRモード（基準線） 158
5.8.2 位置基準の設定と復元 162
5.8.3 SCAL BENCH：P1/P2とプロファイル補正 164

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.9 ウェブインターフェースのACTION機能 ... 166
5.9.1 ACTIONを開いてリアルタイム表示を設定する ... 166
5.9.2 黒いパネルの測定値とステータスを読む ... 168
5.9.3 ハンマーの動きと位置を追跡する ... 169
5.9.4 三角マーカーとINSTR / BENCHのリアルタイム比較 ... 170
5.9.5 例：INSTRからBENCHへの移行を確認する ... 171
5.9.6 各音のデータ列の読み方とスマートフォンでの操作 ... 172
5.9.7 保存済みACTIONデータの呼び出し ... 173
5.9.8 保存グラフと目盛の読み方 ... 174
5.9.9 INSTR、BENCH、重ね合わせ表示の切り替え ... 175
5.9.10 COMPARE：音ごとの差異を確認する ... 177
5.9.11 CSV、HTMLレポート、楽器ファイルの保存 ... 179
5.9.12 リアルタイム表示やデータ取得ができない場合 ... 181
6 String level QUICK CHECK：同音弦群の高さの確認と調整 ... 182
6.1 セットアップ：ガイドレールとセンサー ... 184
6.2 AUTO LEVEL：ガイドレールの傾き補正 ... 184
6.3 同音弦群の測定 ... 185
6.4 弦高の修正と調整（LIVE表示） ... 186
7 「scale design」機能：弦スケール測定と駒圧測定 ... 187
7.1 弦上へのガイドレール設置 ... 189
7.1.1 ケース上の滑りフェルトを使う方法（低音部の測定範囲に制限あり） ... 189
7.1.2 横レールを使う方法（多くの測定に推奨） ... 191
7.1.3 2本のガイドレールの連結 ... 195
7.2 機能の呼び出し ... 195
7.2.1 データセットの読み込み（マスター機） ... 196
7.2.2 セットアップ（マスター機） ... 196
7.2.3 セットアップ：オフセット（マスター機） ... 198
7.2.4 PLAY画面：記録済み測定値の呼び出し（マスター機） ... 199
7.2.5 機器の接続（開始位置） ... 200
7.3 開始位置オフセットの設定 ... 201
7.4 測定モード（測定値の記録） ... 203
7.4.1 マスター機 ... 203
7.4.2 クライアント機 ... 204
7.4.3 4点式駒圧測定 ... 206
7.4.4 結果表示とSHIMシミュレーション ... 210
7.4.5 センサーの下げ方と測定用シリンダー ... 211

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.4.6 測定用シリンダー ... 212
7.4.7 張弦状態および無弦状態での測定 ... 213
7.4.8 全駒圧、前駒圧、後駒圧 ... 213
7.4.9 レーザー式4点駒圧測定（Piano Measure Pro）の利点 ... 214
7.5 ウェブインターフェースのSCALEとLIVE転送 ... 224
7.5.1 弦スケールデータの読み込みとLIVE受信 ... 224
7.5.2 最低音弦のリアルタイム測定 ... 225
7.5.3 グラフでの弦長と駒圧角の読み取り ... 227
7.5.4 表での打弦点とシム厚の確認 ... 229
7.5.5 測定値の編集と欠測区間の補間 ... 230
7.5.6 測定データの保存と書き出し ... 230
7.6 従来のExcelブックでのSCALE利用 ... 231
8 「string level」ADVANCED：弦とアグラフの高さ調整 ... 237
8.1 起動と共通機能メニュー ... 237
8.2 ガイドレールとセンサーの準備 ... 238
8.3 測定区間と弦データ ... 239
8.4 低音弦スケールの例：スタインウェイB型 ... 240
8.5 裸線区間と混在区間 ... 241
8.6 混在区間の弦径 ... 242
8.7 弦高の直接測定 ... 243
8.8 弦スキャン結果の確認 ... 244
8.9 PLAYでの弦高評価 ... 245
8.10 ADJUSTによる弦高調整 ... 247
8.11 テープを用いた低音弦の測定 ... 249
8.12 テープを使った高さスキャンの実施 ... 251
8.13 アグラフ高さの自動スキャン ... 252
8.14 アグラフの手動測定と確認 ... 253
8.15 アグラフ測定結果の表示と再呼び出し ... 254
8.16 ADJUSTによるアグラフの高さ合わせ ... 255
8.17 弦およびアグラフ測定データの転送 ... 256
8.18 ウェブインターフェースを開いて測定データを読み込む ... 257
8.19 グラフと評価結果の読み方 ... 258
8.20 スタインウェイの例による低音部の評価 ... 259
8.21 全体表示と詳細表示での裸線確認 ... 260
8.22 個別測定値の確認と修正計画 ... 262
8.23 測定記録の保存とレポートの共有 ... 263

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

9 法的文書とダウンロード 266

付録 PMP 画面表示の英日対照表 267

起動・ネットワーク接続・ファームウェア更新 1 / 5 267

鍵盤高さのスキャンと基準ブロック 1 / 6 272

白鍵の基準・黒鍵・鍵盤の深さ 1 / 4 278

保存・読み込み・保存先の管理 1 / 2 282

リアルタイム測定・戻り位置・鍵の左右傾斜 1 / 5 284

調整量の読み取りとパンチングの設定 1 / 5 289

鍵盤比とデータ転送 1 / 3 294

アクション整調：基本測定 1 / 8 297

アクション整調：詳細測定と区間 1 / 3 305

アクション整調：楽器上と作業台の照合 1 / 6 308

アクション整調：保存・位置・基準 1 / 7 314

同音弦群：簡易チェックと弦高調整 1 / 3 321

スケール測定：設定と保存済みデータ 1 / 3 324

スケール測定：マスター機・クライアント機と開始位置 1 / 2 327

スケール測定：測定と駒圧の計算 1 / 6 329

スケール測定：データ転送 1 / 1 335

弦高調整：区間と弦構成の設定 1 / 4 336

弦高調整：スキャンと調整 1 / 5 340

アグラフ：スキャン・取り付け・データ転送 1 / 4 345

よく使われる表示略語と操作方法 349

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

Piano Measure Pro トランスポートケース（別売アクセサリー）



TANOS Systainer³ M 137 に Piano Measure Pro を収納した例です。鍵盤深さ測定用の連結ウェイト、その他のPMP付属品、工具類を収納するために、追加の Systainer を連結できます。Festool、TANOS などの互換性のある Systainer や Sortainer が使用できます。



Festool Systainer³ M 137 に Piano Measure Pro を収納した例です。左の写真では、下部に Festool SORTAINER SYS 3-SORT/4 を連結しています。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

ガイドレール輸送筒（別売アクセサリー）



この伸縮式輸送筒は3つのパーツで構成されています。下部の筒には2本のPMPガイドレールを差し込み、必要に応じて弦スケール・駒圧測定用の横レールも収納できます。上部は伸縮可能な2つのパーツで構成されています。PMPのレールを運搬する際は、この2つのパーツを完全に縮めた状態で、上部専用のばね式留め金で固定しておきます。



開けるときは、下部と上部の間にある留め金だけを外してください。上部を一体ごと取り外し、ガイドレールを抜き取ります。閉じるときは、上部を一体として軽く押し込みながら正しい位置に装着し、同じ留め金を確実に掛け直します。底部と蓋の内側にあるフォームパッドがレール両端をしっかり保持し、輸送中のがたつきを防ぎます。



2本のガイドレールに加えて、駒圧測定に使用する2本の横レール（30 × 60 mm および 30 × 30 mm）も筒の中に余裕をもって収納できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2 装置の説明

補足となる法的文書およびダウンロード資料（安全上の注意事項、EU適合宣言書、オープンソースライセンス）については、第9章「法的文書とダウンロード」をご覧ください。
安全上の注意事項 · EU適合性宣言 · オープンソースソフトウェアライセンス

2.1 音名とオクターブ表記

本測定システムでは、音高の表記に国際式（科学的ピッチ表記法／scientific pitch notation）を採用しています。

各音は、音名を表す英字（A～G）とオクターブを示す数字の組み合わせで表されます。

現代の標準的な88鍵ピアノの音域は A0 から C8 です。

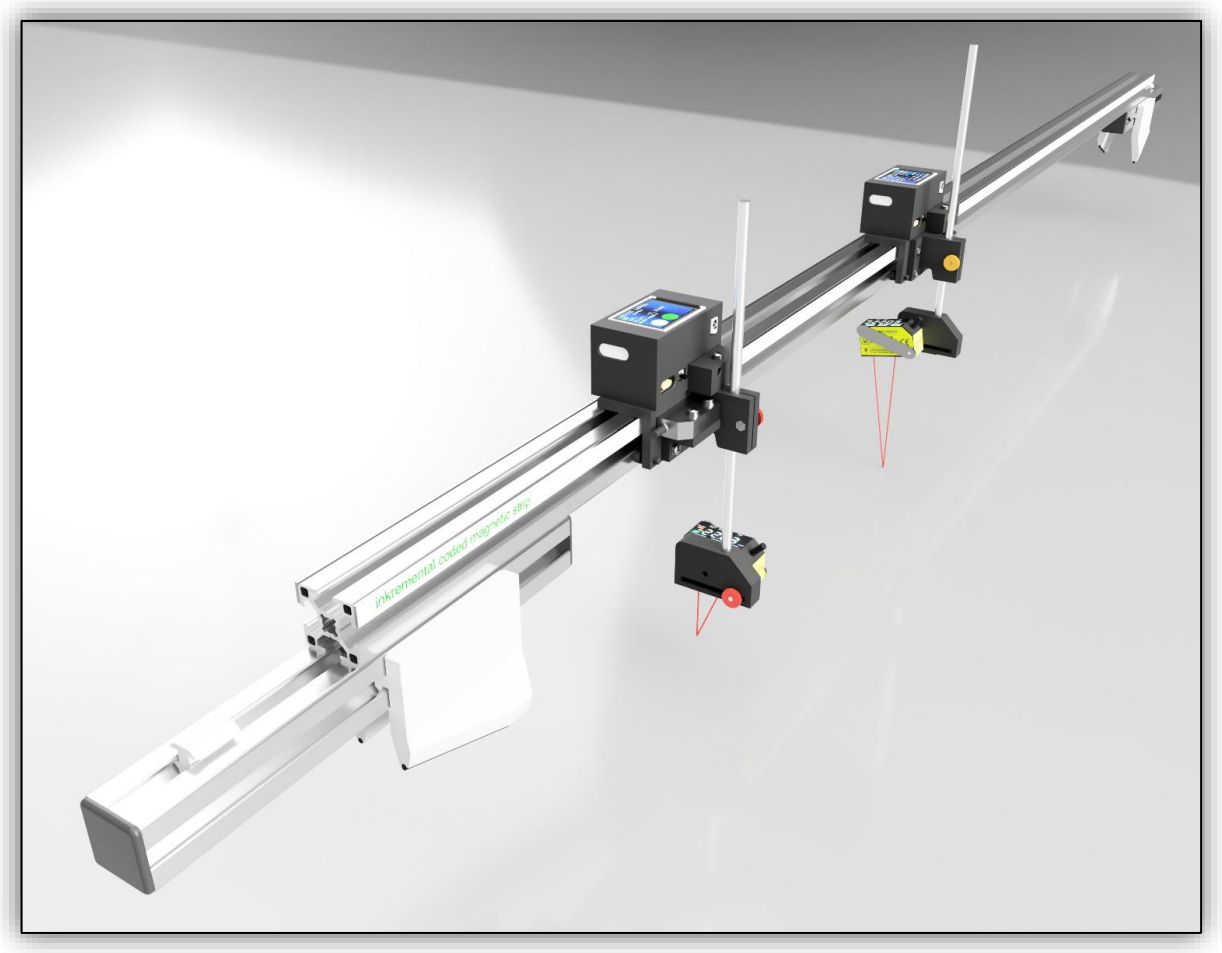
基準音 a1 は A4 と表記されます。

拡張鍵盤の例：

ベーゼンドルファー・インペリアルでは音域が C0 まで拡張されています（A0 の左側に表面が黒い追加鍵盤があります）。

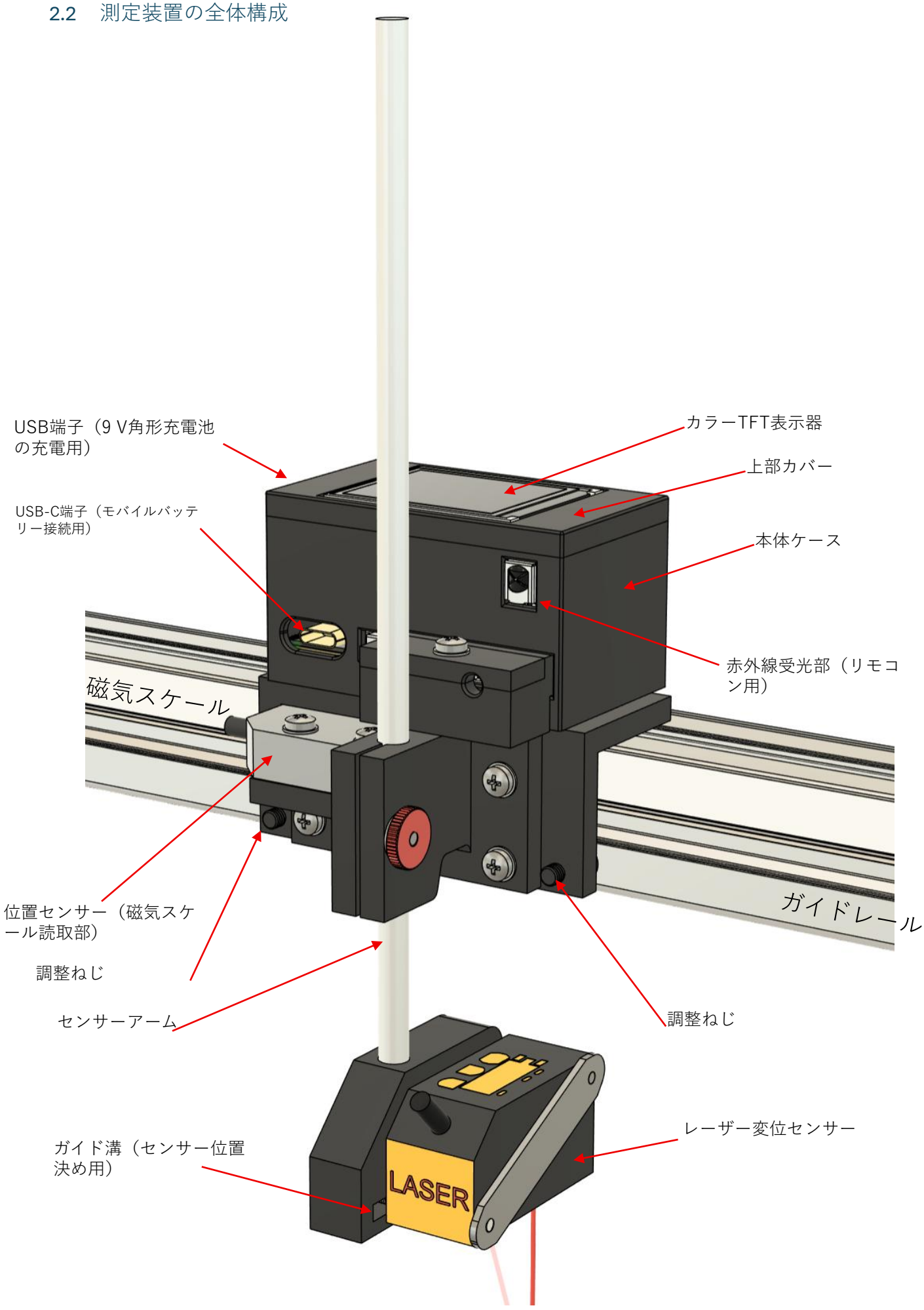
ベーゼンドルファー 275 では音域が F0 まで拡張されています（A0 の左側に表面が黒い追加鍵盤があります）。

この表記法は国際的に広く用いられており、各音を一意に識別できるため、伝統的なドイツ式ヘルムホルツ表記法との混同を防ぎます。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2.2 測定装置の全体構成



2.3 レーザー変位センサー



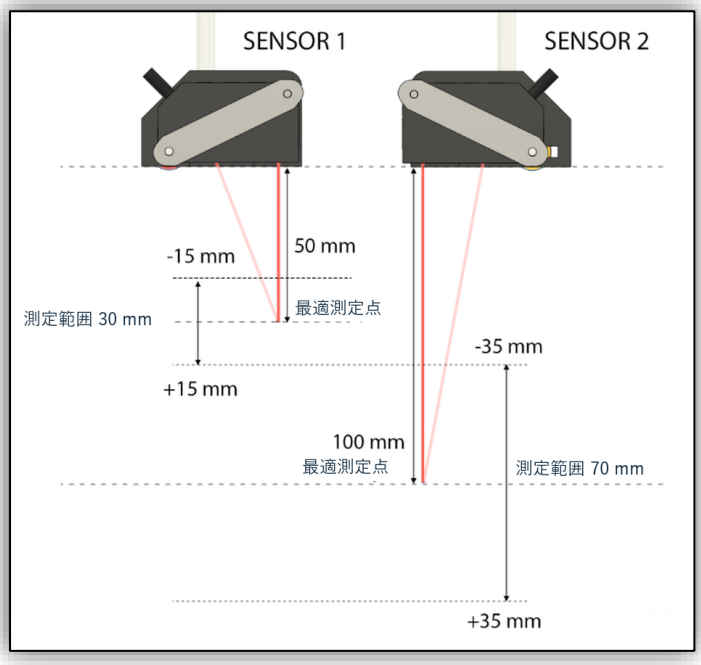
用途や測定項目によって、求められる測定範囲と測定精度は異なります。例えば、弦高を精密に測定する場合は、レットオフや打弦距離（静止状態のハンマーヘッドから弦までの距離）を測定する場合よりも高い測定精度が必要です。一方、アクション整調パラメーターを測定する場合は、弦高測定よりも広い測定範囲が必要になります。

これに対応するため、本システムでは以下の2種類のセンサーを使用します（以降「SENSOR 1」「SENSOR 2」と表記します）。

- **SENSOR 1：測定範囲 30 mm（最適測定距離 50 mm を中心に ± 15 mm、有効範囲 35〜65 mm）**
- **SENSOR 2：測定範囲 70 mm（最適測定距離 100 mm を中心に ± 35 mm、有効範囲 65〜135 mm）**

各測定項目に適したセンサーを下表に示します。

	SENSOR 1	**SENSOR 2**
最適測定距離（Sweet Spot）	50 mm	100 mm
測定範囲	30 mm（± 15 mm）	70 mm（± 35 mm）
測定精度	30 µm（0.03 mm）	70 µm（0.07 mm）
鍵盤高さ／鍵盤深さ（key level機能）	*** 最適	** 良好
整調パラメーター：レットオフ、打弦距離、ドロップ、ハンマーストップ距離（action regul. 機能）	* 条件付きで使用可	*** 最適
弦高（string level機能）	*** 最適	** 使用可
弦スケール・駒圧測定（scale design 機能）	2台併用	
	前方（アグラフ／カポバー側）	後方（駒／ヒッチピン側）



センサー本体の表示器は、通常、センサーアーム（丸棒）を使ってセンサーを適切な測定範囲に合わせる際に使用します。表示値は、センサーから測定対象までの距離（最適測定距離からのずれ）を示します。表示値が 0 のとき、センサーはちょうど最適測定点（Sweet Spot）にあります。正の値は対象が最適測定距離より近く、負の値は遠いことを意味します。重要なのはセンサーを有効な範囲内に収めることであり、わずかな初期のずれは問題ありません。測定の全行程が用途に適した測定範囲内に収まっていることが大切です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2.4 位置センサー（リニアエンコーダーとガイドレールの磁気スケール）

本装置は、ガイドレール上の磁気スケールと連動して動作する高精度リニアエンコーダーを採用しています。
リニアエンコーダーの基本原理は、非常に長いデジタルノギスに似ています。磁気スケールを連続的に読み取ってパルス信号を生成し、そこからガイドレール上の正確な位置をリアルタイムで算出します。

位置検出の精度は数マイクロメートル単位と非常に高く、極めて精密な位置特定が可能です。

「key level」機能では、測定中にセンサーが現在どの鍵の上にあるかを正確に把握するために、この位置センサーが不可欠な役割を果たします。

「scale design」機能では、2台の装置をガイドレール上で同時に使用します。それぞれの装置が自身の位置を連続的に記録し、各位置から算出した2台間の距離を Wi-Fi 経由でやり取りします。これにより、弦スケールや弦長などを精密に測定できます。

磁気スケールの磁気コードが正常に保たれているか、定期的に点検してください。

磁気コードの点検方法：

磁気コードが正常で、読取部と磁気スケールの距離が適切であれば、センサーのLEDが青色に点灯します。

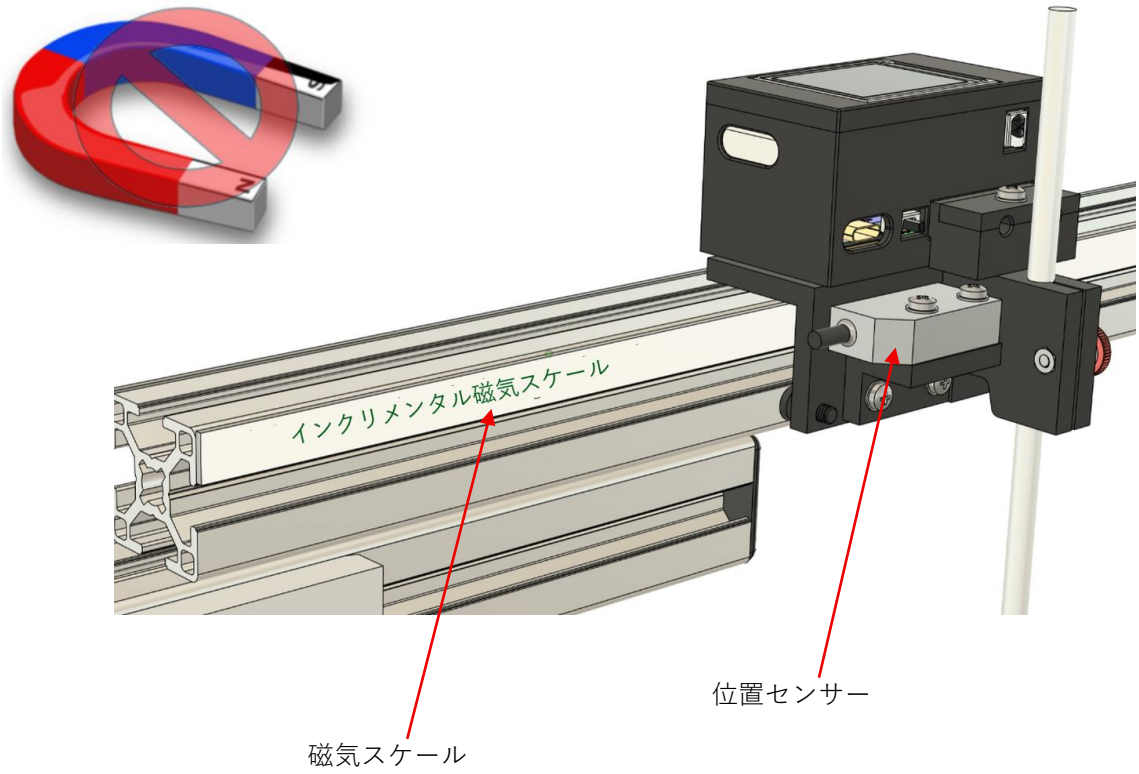
センサーをガイドレールの端から端までゆっくりと動かし、LEDが途切れることなく青色に点灯し続けることを確認してください。どこかで点滅する場合、その箇所の磁気スケールが損傷しており、正確な位置検出に支障が生じます。
磁気スケールは簡単に交換できます。レールに貼り付けられているため、そのまま剥がし、残った糊をアセトンまたはイソプロパノールで拭き取ってから新しい磁気スケールを貼り付けてください（交換用磁気スケールは別途ご用命ください）。



外部磁場に関する注意：

外部磁場の影響により、磁気スケールの磁化が失われるおそれがあります。特に、固定用磁石、永久磁石、MagSafeなどの磁石を内蔵したスマートフォンが磁気スケールに直接触れないようにしてください。広く使われているデジタル角度計（ベベルボックスなど）も底面に磁石が付いていることが多いため、絶対にガイドレールの上に直接置かないでください。

磁気スケールは必ず外部磁石の影響から保護してください。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2.5 9 V角形充電池

本装置は9 V角形リチウムイオン充電池で動作します。市販のUSBケーブルを充電池本体のUSB端子に直接接続することで、電池を本体から取り出さずにそのまま充電できます。充電状態は充電池のLEDで確認できます。

代用として、一般的な使い捨ての9 V角形乾電池も使用できます。

重要なお知らせ：

充電池の過熱や損傷を防ぐため、充電前には必ず本体の電源を切ってください。

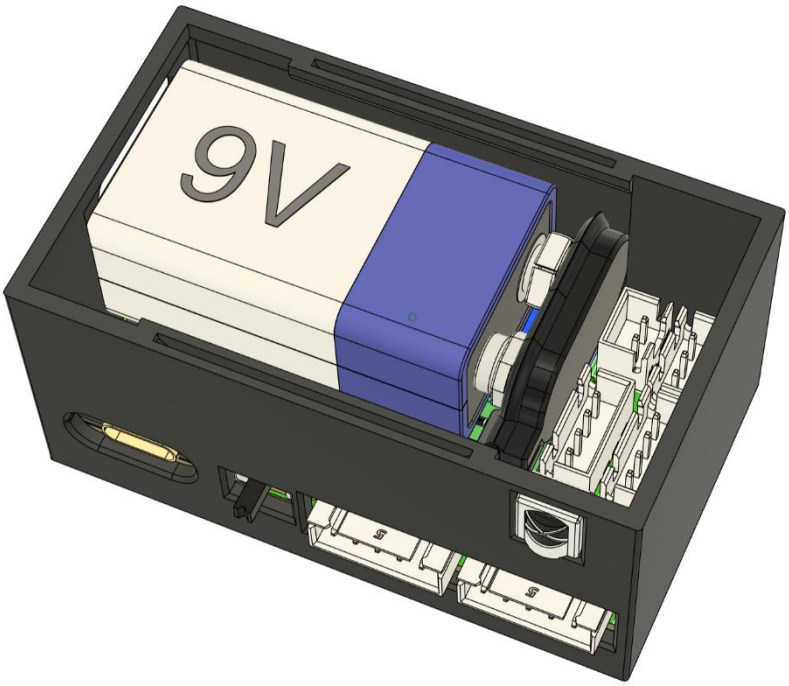
電池の交換方法：

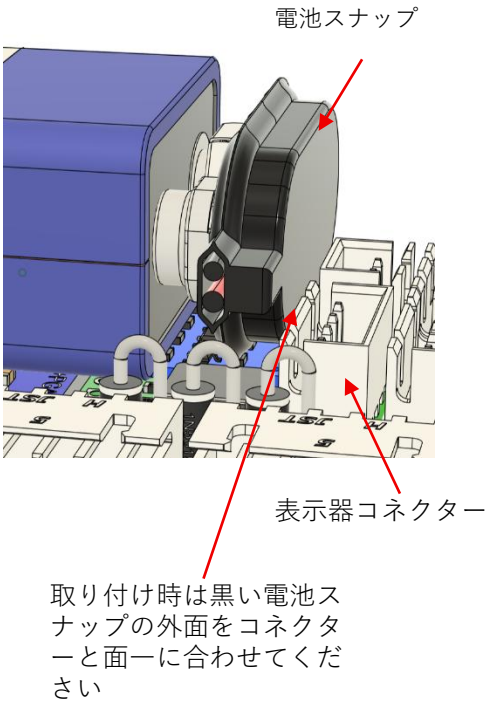
充電池は交換可能です。本体の上部カバーを取り外し、慎重に横へ開きます。ディスプレイは上部カバーに固定されており、2つのコネクターを介して本体内の基板に接続されています。ケーブルには十分な長さがあるため、上部カバーを安全に横へ開くことができます。

電池を取り出して電池スナップから外します。取り外し・取り付けの際は、配線やコネクターを傷めないよう十分に注意してください。新しい電池を接続して収めたら、上部カバーを元どおり閉じます。

重要なお知らせ：

電池を取り外すときは、右側（電池スナップ側）から電池を持ち上げ、電池スナップを外してから取り出してください。
電池を取り付けるときは、先に電池スナップを電池にしっかり装着します。次に電池の右側を斜めに入れ、黒い電池スナップの外面が基板上の白いコネクターと面一になるように位置を合わせます。その後、電池の左側を軽く押し下げ、所定の位置にはまるまで押します。
電池スナップが白いコネクターの上に乗り上げた状態には絶対にしないでください。上部カバーが閉まらなくなります。





外部モバイルバッテリーの接続

稼働時間を延ばすため、測定装置にモバイルバッテリーを接続して使用できます。接続の際は、USB-C to USB-C の Power Delivery（PD）対応ケーブルなどのインテリジェント充電ケーブルは使用しないでください。本装置はPD規格には対応しておらず、USB-C入力部には単純な5 V電源のみを必要とします。モバイルバッテリーとの接続には、必ず USB-A to USB-C ケーブルをご使用ください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2.6 赤外線リモコン（IR）



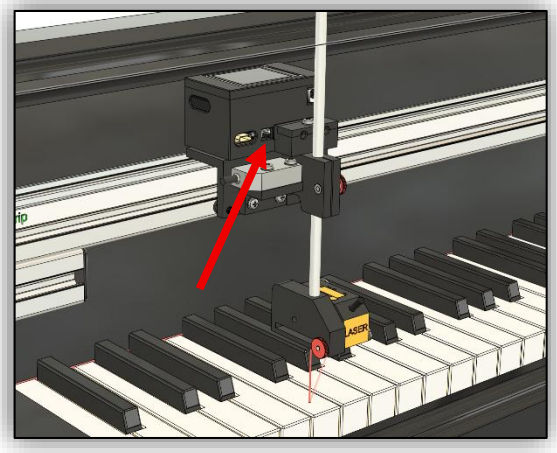
Piano Measure Pro は、付属の赤外線リモコン、またはウェブインターフェースの REMOTE 画面から非接触で操作します。測定装置本体には操作ボタンはありません。起動時の選択およびWi-Fiの有効化には赤外線リモコンを手元にご用意ください。その後は、通常のキー操作をブラウザー上からも行えます。

付属のリモコンには、10個の数字キー（0〜9）、4つの方向キー（上下左右）、決定キー（OK）、および2つの特殊キー（* と #）が備わっています。

キーの反応が不安定になった場合は、リモコン内のボタン電池を交換してください。

赤外線リモコンの到達範囲内に複数のPMP本体がある場合、それらが同時に反応することがあります。特定の1台だけを操作したい場合は、対象機器のウェブインターフェースを開いて REMOTE をご使用ください。2台同時運用時は、各測定画面に表示されるマスター機・クライアント機の操作手順に従ってください。

2.7 電源の投入



コントローラー正面にある電源スイッチを入れて起動します。一連の測定作業を始める前に、充電池が満充電であることを確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

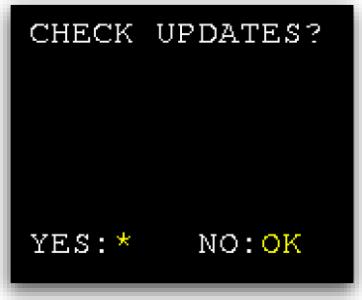
2.7.1 起動画面とオンライン設定



電源を入れると起動画面が表示されます。1号機はビープ音を1回、2号機は短いビープ音を2回鳴らします。以降に表示される起動時の確認画面は、赤外線リモコンで操作してください。

起動の確認

OKを押して次へ進みます。約10秒間何も操作しない場合、オンライン関連の確認画面をスキップして自動的に起動を続行します。数字キーの 9 を押すと、画面表示を 180° 回転できます。



アップデート確認の選択

「CHECK UPDATES?」が表示されたら、* を押してファームウェア更新を確認するか、OK を押してスキップします。更新の確認には、ローカルWi-Fiまたはスマートフォンのテザリング経由のインターネット接続が必要です。

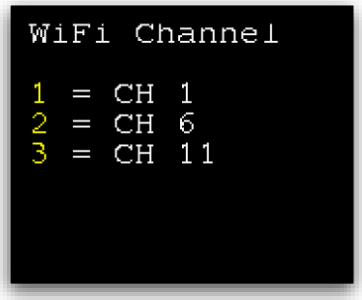


ウェブインターフェース用Wi-Fiの有効化

「USE WEB INTERFACE」が表示されたら、* を押してその作業セッション中Wi-Fiを有効にします。ウェブインターフェースでは、遠隔操作用の「REMOTE」、KEY-LEVEL の測定データとグラフを表示する「KEYS」、レットオフ・ドロップ・バックチェック・打弦距離をリアルタイム表示する「ACTION」、弦およびアグラフのスキャン結果を確認できる「STRINGS」が利用できます。その他の機能にも同じスタートページからアクセスできます。ウェブインターフェースを常時オンにせず続行する場合は、OKを押します。

アップデート確認と USE WEB INTERFACE の両方をスキップした場合、Wi-Fiは初期状態でオフのままになります。メインメニューで赤外線リモコンの各キーを約1秒間長押しすることで切り替えられます。1 を長押しするとWi-FiモジュールとPMP独自のアクセスポイント（AP）がオンになり、スマートフォン・タブレット・コンピューターからこのPMPのWi-Fiに接続できます。2 を長押しすると、ローカル Wi-Fi（例：FRITZ!Box）へ接続します。0 を長押しするとWi-Fiをオフにします。

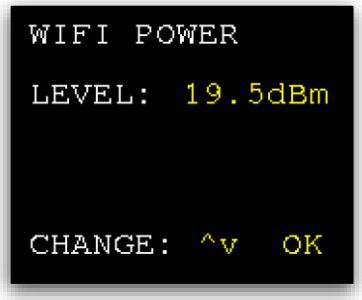
「HIGH POWER USE」は、Wi-Fi有効時に消費電力が増加することを示す注意表示です。長時間の作業では、外部電源またはモバイルバッテリーを接続してご使用ください。



Wi-Fiチャンネルと送信出力

起動画面で 1 を押すと、PMP独自のアクセスポイント設定（AP CHANNEL）が開きます。電波干渉などによる接続不安定がある場合は、別のチャンネルに変更してください。この設定は、ブラウザーとのダイレクト接続および2台のPMP間の通信の両方に適用されます。

1 でチャンネル1、2 でチャンネル6、3 でチャンネル11を選択します。PMPの画面表示に従って操作してください。

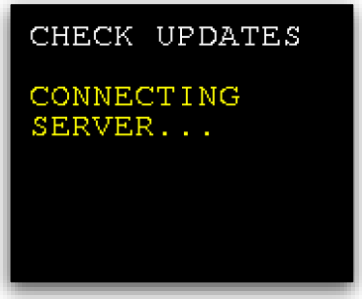


続いて方向キーで送信出力を選び、OKで確定します。これらの設定はPMP独自のアクセスポイントにのみ有効です。ローカルWi-Fiのチャンネルはルーター側で決まります。

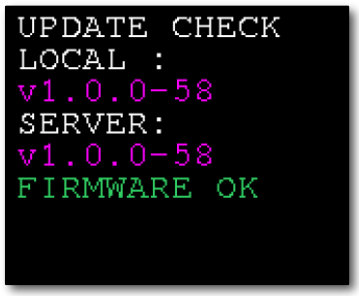
2台同時運用時にチャンネルを変更した場合は、2台間の接続を再確立してください。接続が不安定なときは、機器間の距離、遮蔽物、および接続先ネットワークをまず確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

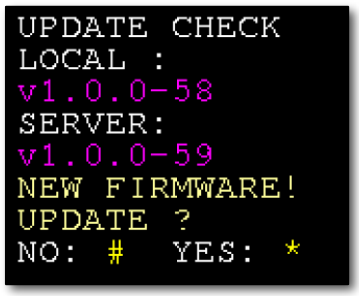
2.7.2 ファームウェア更新の確認とインストール



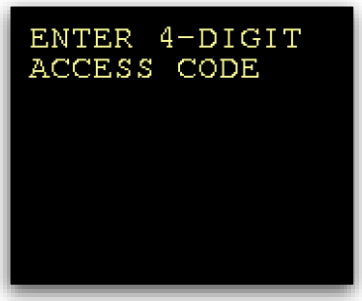
更新確認の開始：起動時に「CHECK UPDATES?」が表示されたら * を押します。この操作には、ローカルWi-Fiやスマートフォンのテザリングなど、インターネット接続可能なWi-Fiが必要です。「CONNECTING SERVER...」は更新サーバーへ問い合わせ中であることを示します。引き続きウェブインターフェースも使用したい場合は、起動時の「USE WEB INTERFACE」でも * を押してください。



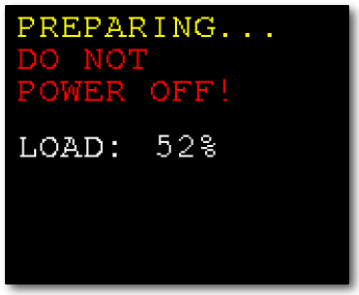
更新がない場合の例：LOCAL は本体にインストールされているバージョン、SERVER はサーバー上の提供バージョンを示します。図の例ではどちらも v1.0.0-58 です。「FIRMWARE OK」は現在のバージョンが最新であることを意味し、PMPはそのまま自動で起動を続行します。



更新がある場合の例：本体に v1.0.0-58 が入っており、サーバーに v1.0.0-59 がある状態です。「NEW FIRMWARE!」および「UPDATE?」が表示されたら、* で更新を開始するか、# で現在のバージョンを維持します。約10秒間操作しない場合は、現在のバージョンのまま起動を続行します。



アクセスコードの入力：「ENTER 4-DIGIT ACCESS CODE」が表示されたら、赤外線リモコンの数字キーで4桁の更新コードを入力します。1桁入力するごとにアスタリスク（*）が表示されます。4桁目を入力すると自動で照合が行われ、「CODE OK」と表示されると更新が始まります。コードが必要な場合はメールでお問い合わせください。



更新データのダウンロード：「PREPARING...」は準備中を示します。ダウンロードが始まると「LOAD」に進捗率（%）が表示されます（図では 52%）。この間は絶対に電源を切らないでください。新バージョンは別のメモリー領域に書き込まれるため、これまでの正常なバージョンはそのまま保持されます。



再起動と再試行：「INSTALLATION COMPLETE!」の後に「REBOOTING...」と表示され、本体が自動で再起動して新バージョンが立ち上がります。万が一、電源断やフリーズなどでダウンロードが中断した場合でも、次回起動時には以前のバージョンで正常に起動します。その際は「CHECK UPDATES?」で再度 * を押して更新をやり直してください。「UPDATE FAILED」と表示された場合も同様です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

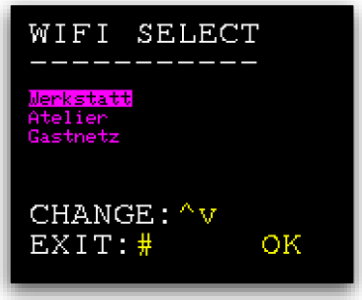
2.7.3 ローカルWi-Fiの設定



操作および測定データの分析は、PMPとスマートフォン・タブレット・コンピューターを同じローカルWi-Fi（例：FRITZ!Box）に接続して行うことができます。設定は赤外線リモコンを使ってPMP本体上で行います。

保存済みのネットワークに接続できない場合、「SCAN WIFI NETWORK NOW?」と表示されます。* を押して周辺のWi-Fiを検索するか、# を押して検索を終了し、必要に応じてPMPとのダイレクト接続を使用してください。

「WIFI SELECT」画面で上下キーを使って接続したいネットワークを選び、OKで確定します。

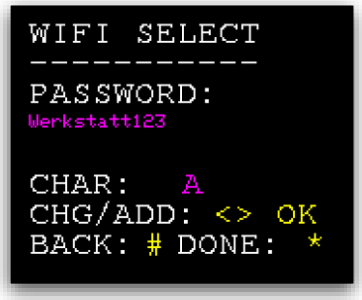


パスワードの入力

左右キーで「CHAR」の横に表示される文字を選択し、OKでパスワードに追加します。直前の1文字を消去するには # を押します。入力が完了したら * を押して接続を開始します。

接続に成功するとネットワーク情報が保存されるため、次回以降は同じネットワークへの接続時にパスワードを再入力する必要はありません。

保存済みのローカルWi-Fiは「settings > wifi > HOME WIFI」で管理できます。ルーターの交換やパスワード変更があった場合は、該当する接続設定をやり直してください。



お客様先での作業時には、ローカルWi-Fiは不要です。PMP独自のアクセスポイントに接続するだけで、REMOTE機能や各種測定データ画面をそのまま利用できます。インターネット接続が必要なのは、ファームウェア更新の確認などオンライン機能を使う場合のみです。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2.8 機器の識別：製造番号と固有のネットワーク名



各測定装置は、機器名と銘板ラベルに記載された製造番号を組み合わせた固有のWi-Fiネットワーク名を持ちます。

1号機（SENSOR 1搭載）：piano-measure-pro-XXXX

2号機（SENSOR 2搭載）：piano-measure-pro-2-XXXX

XXXX には各機器の製造番号が入ります（例：「piano-measure-pro-0023」「piano-measure-pro-2-2024」）。

固有のネットワーク名には次の2つの利点があります。

周辺に複数の機器がある場合でも、PCやノートパソコンのWi-Fi一覧から対象機器を即座に見分けられます。

「scale design」機能では、マスター機とクライアント機は登録されたパートナー機同士でのみ通信します。そのため、複数のペアを同じ室内や同じWi-Fiネットワーク上で同時に使用しても互いに干渉しません。

製造番号とパートナー機の設定



新しい機器には出荷時に製造番号が登録済みのため、設定は不要です。この機能の導入前に出荷された旧機器については、必要に応じて一度だけ手動で入力します。

ネットワーク名とパートナー機の設定手順

メインメニューで方向キーを使って「settings」を選び、OK で開きます。

リストから方向キーで「wifi」を選び、OK で開きます。

WIFI メニューで 1 を押して、WIFI NAMES を開きます。

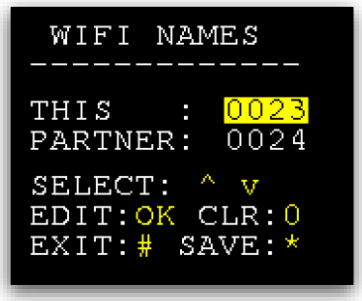
方向キーで THIS と PARTNER を切り替えます。

この画面で次の2つの番号を入力します。

THIS：現在操作している本機の製造番号（本体のラベル記載どおりの番号）

PARTNER：ペアを組むもう一方の機器の製造番号

入力方法：



OK キーを押すと、選択中の項目が編集状態（EDIT）になります。

リモコンの数字キーで製造番号を入力します。先頭のゼロは省略できます。例えば「23」と入力して確定すると、自動的に「0023」になります。

OK キーで入力を確定します。

* キーを押すと、両方の値が保存され、設定画面を閉じます。

キーを押すと、保存せずに設定画面を閉じます。

重要なお知らせ：

パートナー設定は必ず双方の機器に登録してください。1号機には2号機の製造番号を、2号機には1号機の製造番号を PARTNER として設定します。この設定は SCALE DESIGN、ACTION RATIO など2台併用で行う機能に適用されます。

各機器は登録済みのパートナー機とのみ接続され、別ペアの機器は無視されます。

製造番号を変更すると、機器は新しいネットワーク名で表示されます。ダイレクト接続時はスマートフォン・タブレット・コンピューター側で新しいWi-Fi名を選択し、ローカルWi-Fi利用時はブラウザーのアドレスも新しい機器名に合わせて変更してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2.9 ウェブインターフェースとREMOTE

ウェブインターフェースでは、遠隔操作用の「REMOTE」に加え、「KEYS」「ACTION」「STRINGS」「SCALE」の各測定データ画面を利用できます。スマートフォン、タブレット、コンピューターのブラウザー上で直接動作し、専用アプリのインストールは不要です。

2.9.1 Wi-Fiの有効化とブラウザー接続

起動時に「USE WEB INTERFACE」で * を押します。または、メインメニューで赤外線リモコンの 1 を約1秒間長押ししてPMP独自のアクセスポイントをオンにするか、2 を約1秒間長押しして保存済みのローカルWi-Fiへ接続します。

重要なお知らせ

リアルタイム表示を最も滑らかに動作させるには、PMPへの直接Wi-Fi接続（DIRECT）を推奨します。ローカルWi-Fi（HOME WiFi）経由で遅延や表示のカクつきが生じる場合は、DIRECT に切り替えてください。ローカルWi-Fiの通信品質はルーターとの距離、電波強度、ネットワーク負荷などに左右されますが、DIRECT では表示端末とPMPが直接通信します。

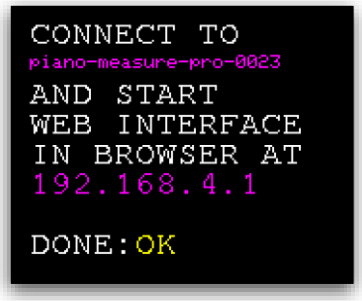


ローカルWi-Fi経由での接続

PMP と表示端末を同じネットワークに接続します。ブラウザーのアドレス欄に、PMP の画面に表示されている機器名の末尾へ .local を付けて入力します。例：

http://piano-measure-pro-0023.local

末尾の数字はお使いの機器の製造番号に置き換えてください。2号機の場合は、画面表示どおり「-2-」を含む機器名を使用します。
あるいは、PMPの画面に表示されるIPアドレスを直接アドレス欄に入力することもできます。なお、ルーターから割り当てられるIPアドレスは再接続時に変わることがあります。



ローカルWi-Fiを使わないダイレクト接続

スマートフォン、タブレット、またはコンピューターのWi-Fi設定を開き、PMPの画面の「CONNECT TO」の下に表示されているネットワーク名を選択します。初期パスワードは「12345678」です。「settings > wifi > AP SECURITY」で変更している場合は、設定したパスワードを入力してください。

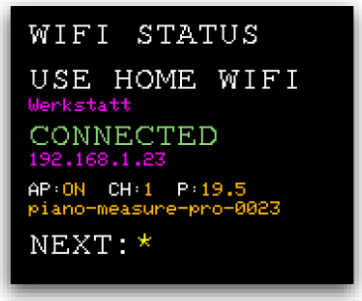
続いてブラウザーで

http://192.168.4.1

を開きます。ダイレクト接続時はこの IP アドレスを使用してください。表示端末にインターネットに接続できない旨が表示されても、PMP との接続を維持してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2.9.2 Wi-Fiの状態確認と接続の切り替え



メインメニューの「WIFI」表示が緑色のときはローカルWi-Fiに接続中、オレンジ色のときはPMP独自のアクセスポイントのみが有効な状態を示します。

メインメニューで * を押すと「WIFI STATUS」画面が開きます。ここでは、保存されているローカルWi-Fi名、接続状態（CONNECTED / NOT CONNECTED）、ローカルIPアドレス、さらにPMP独自アクセスポイントのチャンネル・送信出力・機器名を確認できます。* を押すと次のステータスページへ切り替わります。

作業中のWi-Fi操作

メインメニューで赤外線リモコンの各キーを約1秒間長押しします。1 で独自アクセスポイントをオン、2 でローカルWi-Fiへ接続、0 でWi-Fiをオフにします。

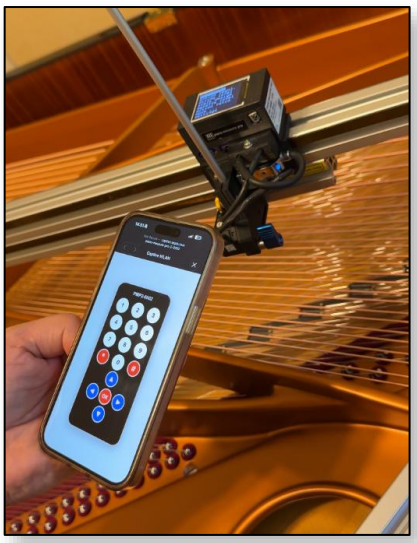
これらの長押し操作は必ず赤外線リモコンで行ってください。ブラウザー上の REMOTE は1回ごとの短押しのみを送信するため、一度オフにしたWi-Fiを再接続することはできません。

ローカルWi-Fiに接続中でも、PMP独自のアクセスポイントは併用できます。ネットワークを切り替えた後は、ブラウザーで該当するアドレスを開き直してください（ローカルWi-Fiでは「機器名.local」または表示されたルーターIP、ダイレクト接続では 192.168.4.1）。

ブラウザーアドレスや表示端末を切り替える前に、SAVE 機能で現在の楽器データを .pmp ファイルとして保存してください。新しい画面を開いた際に測定データが表示されない場合は、LOAD 機能でそのファイルを読み込めます。

ページが開かない場合

PMPのWi-Fiステータスと、表示端末が実際に接続しているネットワークを確認してください。ローカルWi-Fiで「.local」アドレスが解決できない場合は、PMPに表示されているIPアドレスを直接入力してください。ダイレクト接続の場合は、表示端末がPMPのWi-Fiに接続されたままになっているか確認してください。

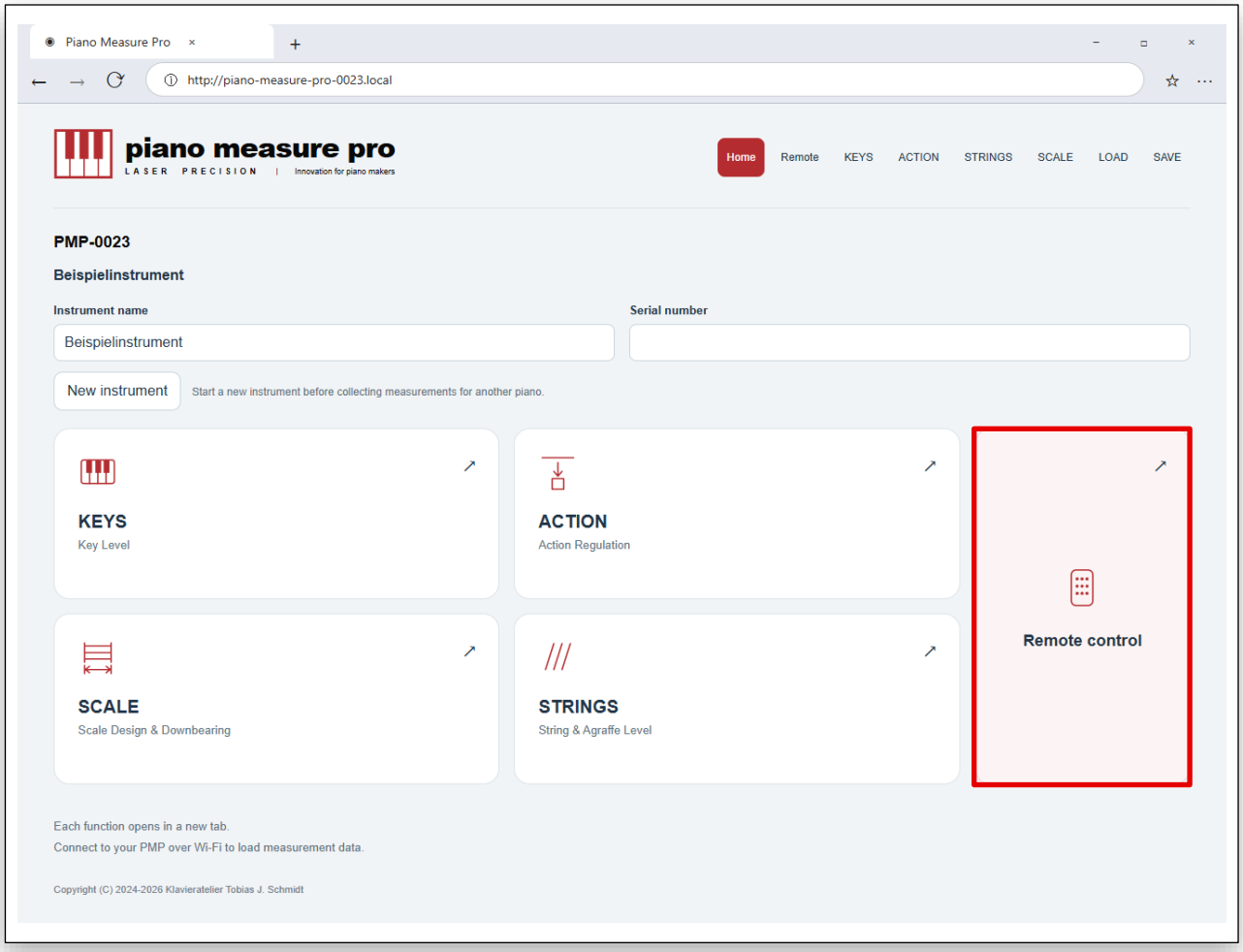


ピアノのそばでスマートフォンから WEB REMOTE を操作する様子。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2.9.3 スタートページを開いてREMOTEを選択する

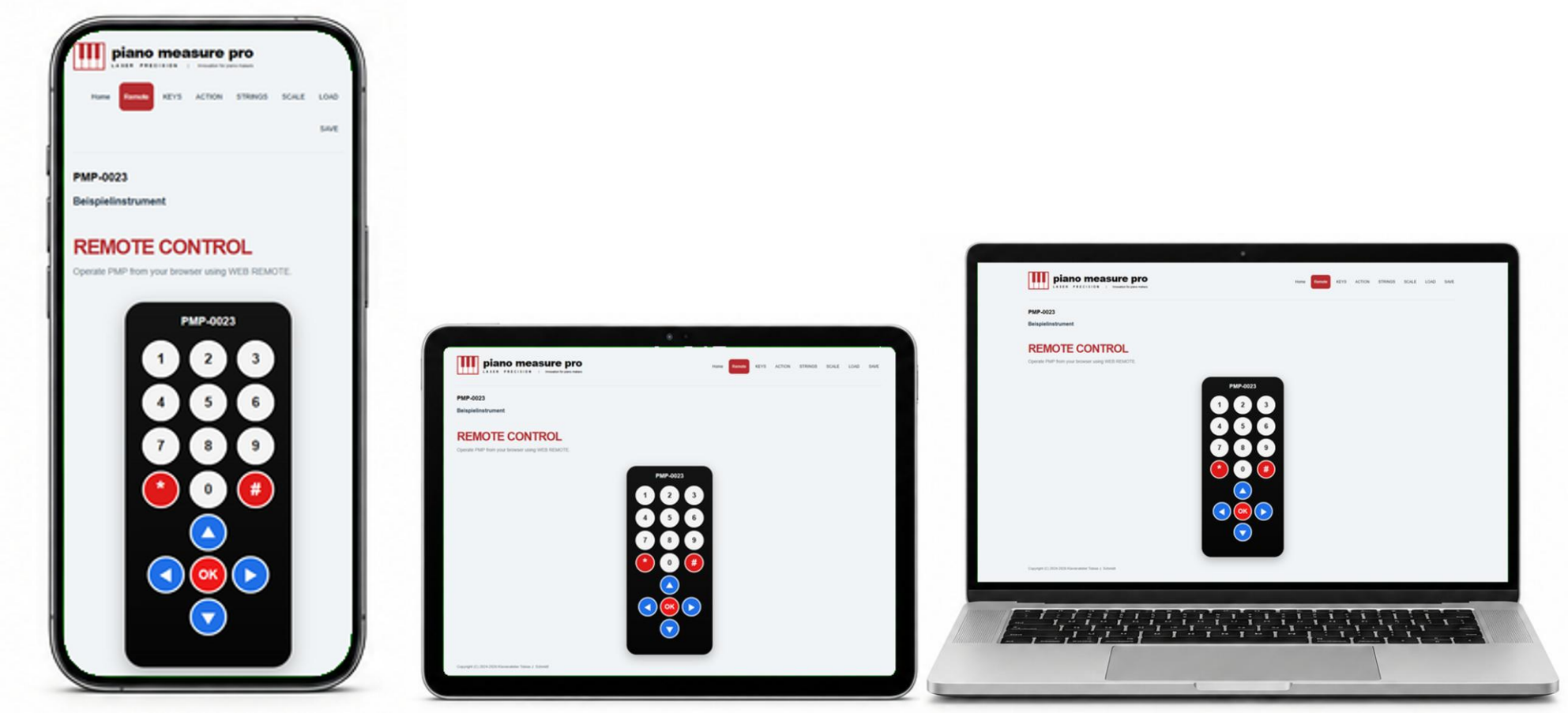
機器のアドレスにアクセスすると、最初にウェブインターフェースのスタートページが表示されます。「Remote control」のタイル、または上部ナビゲーションの「Remote」を選択してください。リモコン画面は新しいブラウザータブで開き、スタートページは各種測定データ画面へ切り替えるためにそのまま残ります。



図の例ではリモコン画面への入口を赤枠で示しています。例示のアドレスは、お使いのPMPのアドレスに置き換えてください。

スマートフォン、タブレット、ノートPC／デスクトップPCでのREMOTE表示

スマートフォンでは、必要に応じて画面を拡大し、リモコンが画面いっぱいに収まるようにすると操作しやすくなります。画面外に出たボタンはスクロールして操作してください。各測定機能と REMOTE はそれぞれ独立したブラウザータブで開くため、端末やブラウザーによっては複数画面を並べて表示することも可能です。



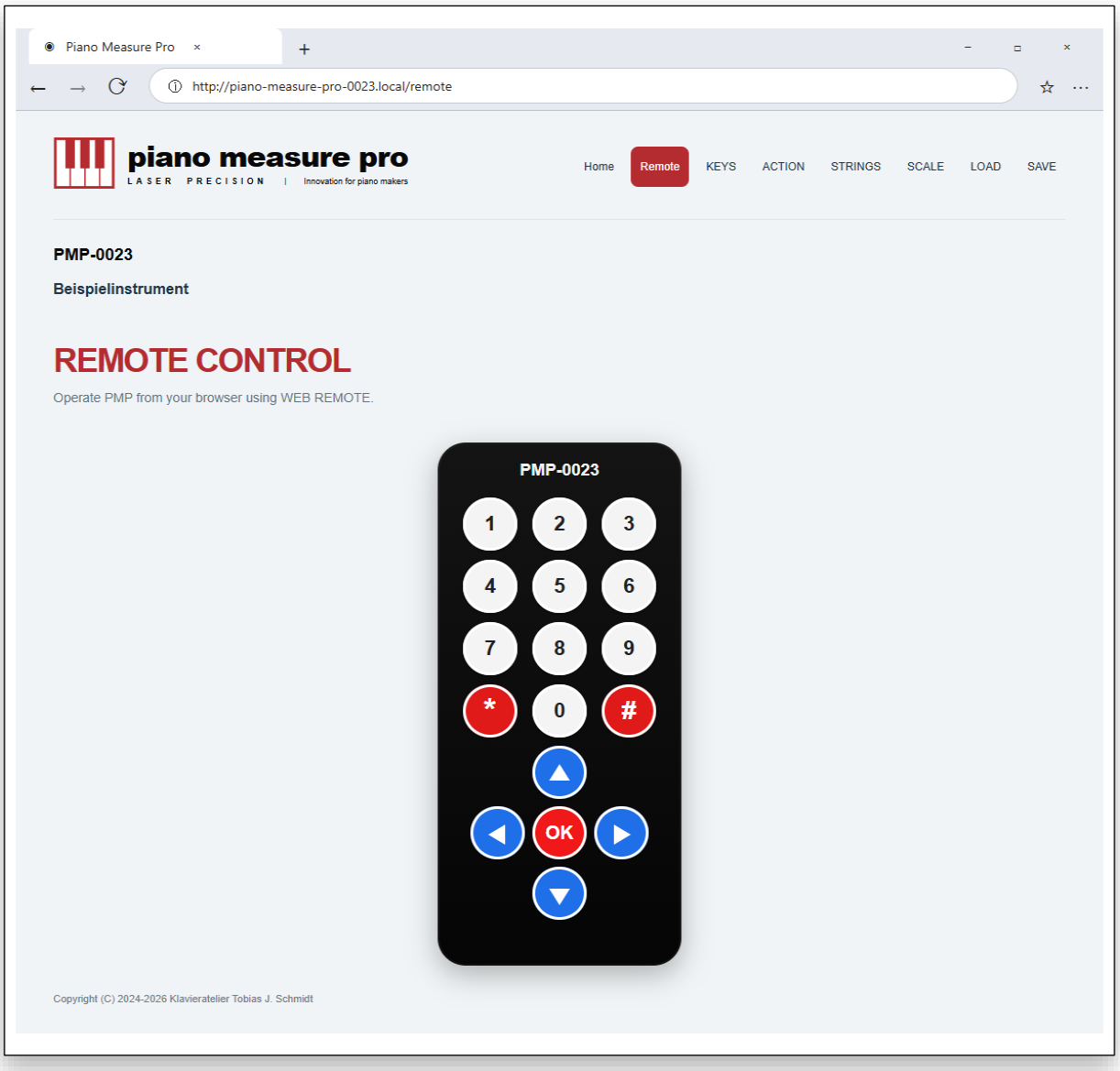
各端末に表示されているのは同一の REMOTE 画面です。ブラウザーで開いているアドレスに対応するPMP本体のみを個別に操作できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2.9.4 REMOTEの操作方法

数字キー、方向キー、OK、*、# を軽くタップすると、赤外線リモコンの対応するキーを短押ししたときと同じ動作になります。現在の画面でどのキーを押すべきかは、PMP本体の画面案内を参照してください。
ボタンは1回ずつタップし、PMP側の反応を確認してください。ブラウザー上のクリック／タップは1回分の入力信号のみを送信します。長押しや押し続けによる連続入力は再現されないため、長押しが必要な場合は赤外線リモコンをご使用ください。

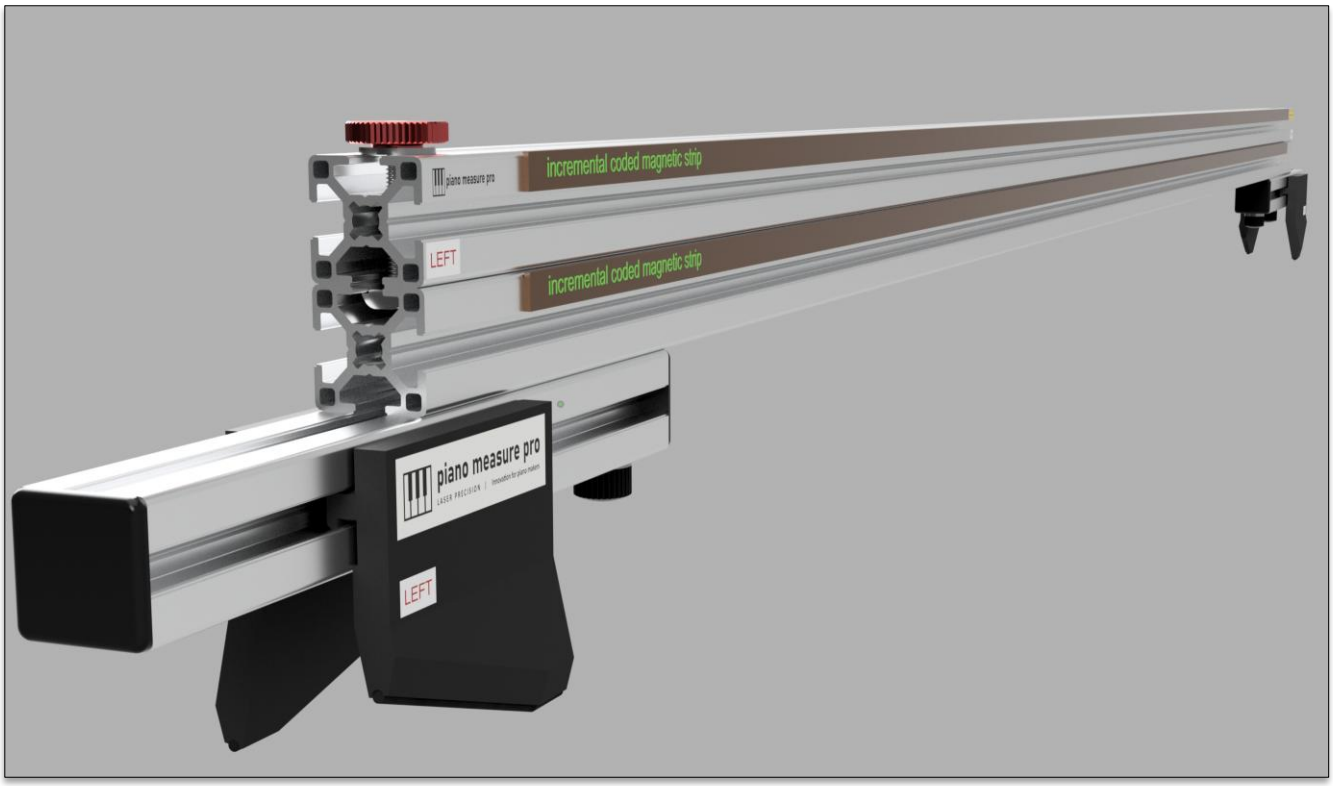
REMOTE 画面には操作キーのみが表示されます。測定値や操作応答はPMP本体のディスプレイで確認してください。測定データをグラフで分析するには、該当する「KEYS」「ACTION」「STRINGS」「SCALE」ページを開きます。



赤外線リモコンとウェブ上の REMOTE は併用できます。複数台の機器を使用している場合は、操作前にアドレスと画面上の機器番号を確認してください。本体の再起動やWi-Fiオフの後は、まず接続を再確立してください。
REMOTE の応答性を高め、ACTION のリアルタイム表示をより滑らかにするには、PMPへのダイレクト接続が有利な場合があります。ローカルWi-Fiではネットワーク負荷、電波品質、中継器（リピーター）の有無などによって応答速度が影響を受けます。遅延を感じた場合はダイレクト接続をお試しください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

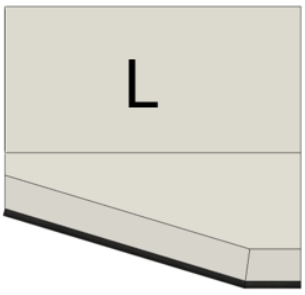
3 ガイドレールの設置

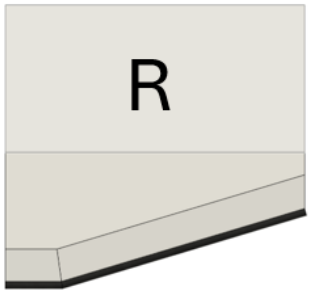


鍵盤の上方、またはグランドピアノのハンマーヘッド上方（action regul.）や調整対象となる弦の上方（string level）にガイドレールを設置するには、長いガイドレール下部の溝に左右から2本の短いレールを差し込みます。



それぞれの短いレールには、前側と後ろ側の2つの支持部が取り付けられています。図中では前側の支持部に「R（右）」「L（左）」と表記していますが、これは説明用の表示です。実物では、左右対称（鏡像）の形状によって明確に見分けられます。



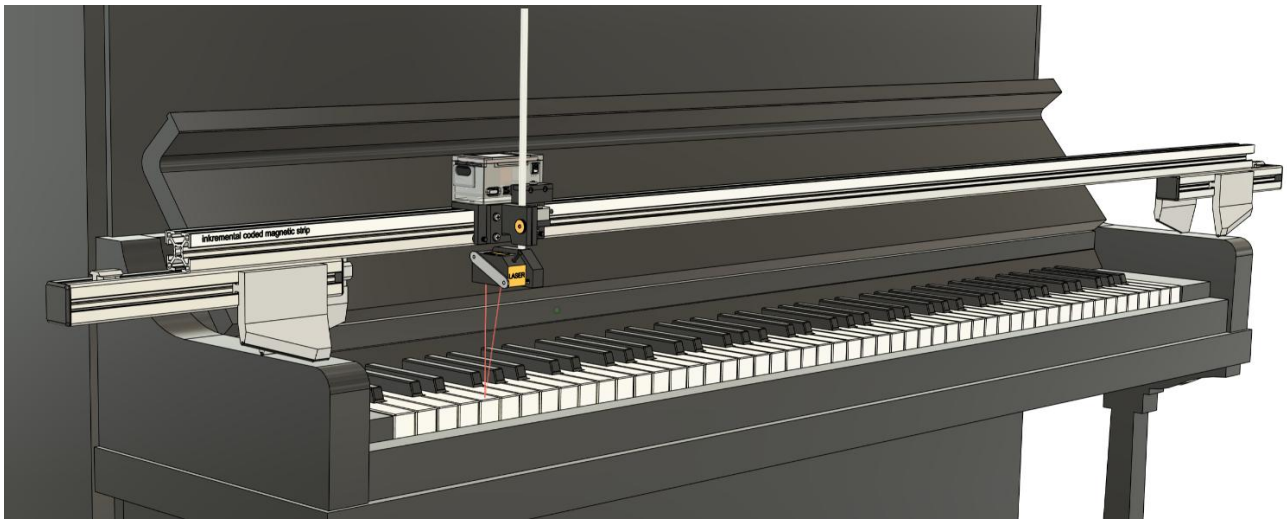


短いレールを動かし、左右の支持部をピアノの側板付近に合わせます。前側では、ゴムパッドの水平面がケースに全面で接するように調整します。折れ曲がったゴムパッドの付いた右の支持部はケースの右側に、左の支持部は左側に置きます。

後ろ側の支持部のうち一方で、ガイドレール全体の長手軸まわりの傾きを微調整します。その後、もう一方の後ろ側支持部をピアノ本体に軽く当たる位置まで押し当て、ガイドレール全体ががたつかず安定して設置されるようにします。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4 Key Level：鍵盤ならしと鍵盤深さの調整





4.1 鍵盤とアクションの準備

測定を開始する前に、すべての鍵で高い戻り位置再現性が得られるよう、鍵盤とアクションを入念に準備しておく必要があります。戻り位置再現性とは、強く弾いても弱く弾いても、スタッカートでもレガートでも、打鍵後に鍵が毎回まったく同じ静止位置へ戻ることを指します。

戻り位置再現性には、以下の要因が影響します。

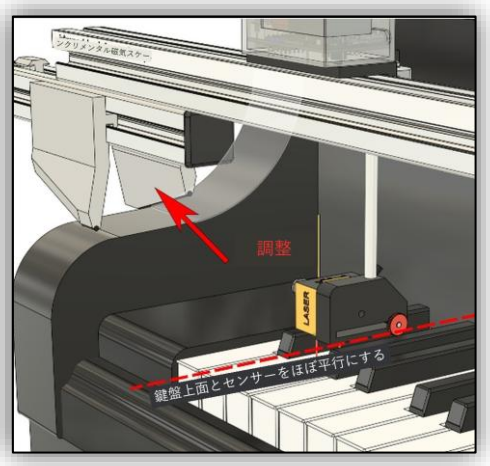
- ブッシングクロス：良好な状態であることが必須です。摩耗したブッシングクロスや、きつすぎる新しいクロスは測定誤差の原因になります。
- 鍵盤の傾き（左右傾き）：鍵盤ならしの前に、わずかに傾いている鍵はバランスピンを調整し、前端が完全にまっすぐ水平になるように直しておきます。これは短い定規で確認します。左右傾斜はPMPを使って簡単に確認・修正することもできます（後のセクション「CANT ADJUST：各鍵の左右傾斜を修正する」を参照）。また、フロントピンを調整して鍵盤間隔（鍵同士の隙間）も可能な限り均一にそろえてください。
- 鍵の落ち（落下具合）の調整：鍵盤のバランスピン穴は、鍵をピンに差し込んだときに自重でゆっくり一定の速さで下がる適切な径である必要があります。バランス部のブッシングクロスがこの動きを妨げてはいけません。鍵がきつい場合は、メンテナンス作業などにおいてピンをアセトンやイソプロパノールで脱脂し、必要に応じて研磨したうえで、専用のPTFE系潤滑剤で処理します。それでもきつい場合は、鍵盤穴リーマー（バランス穴調整工具）で穴をわずかに広げてください。
- キャプスタンとアクションの条件：アップライトピアノでは、ウィペン、ハンマーシャンク、ハンマーヘッドの重みによって鍵盤後端がバックレールクロスに押し付けられ、前端が正しい静止位置にくるようにキャプスタンを整調しておく必要があります。あるいは、ハンマーレールを取り外して、すべての鍵盤がジャックを介してハンマーバットに直接接触する状態にしてもかまいません。グランドピアノではこの作業は不要です。すべてのハンマーシャンクがハンマーレストレールの上に浮いていて接触していないことだけを確認してください。接触していると、鍵盤前端の位置に影響が出ます。

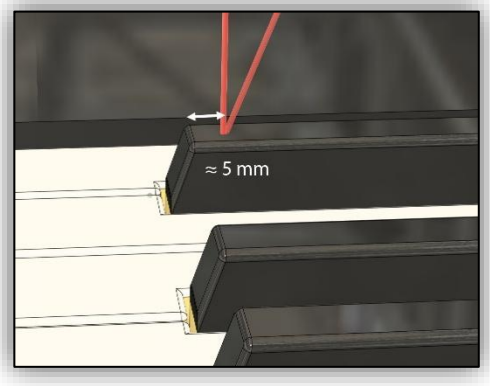
戻り位置再現性もPMPで直接測定できます。連続して複数回スキャンを行い、比較機能（COMPARE機能）で結果を見比べます。スキャンとスキャンの間には、長い定規を使ってすべての鍵をしっかり押し下げてください。これにより、問題のある鍵を即座に特定できます。詳細は以降のセクションで説明します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.2 ガイドレールの位置合わせ

4.2.1 位置と角度の調整





位置合わせを行うため、レーザー変位センサーがガイドレールの後ろ側（黒鍵の上方）にくる向きで装置をガイドレールに載せます。

レーザー光が白鍵上面に対してできるだけ垂直に当たるようにガイドレールを調整します。その際、センサーアーム（丸棒）を大きく下げ、センサー本体の下端を基準線として目視で白鍵上面と平行になるように合わせます。わずかな誤差は問題ありません。調整は後ろ側の支持部を動かしてガイドレールを長手軸まわりに傾けることで行い、その後もう一方の後ろ側支持部を動かしてがたつきをなくします（「ガイドレールの設置」も参照）。続いてレーザーの前後位置を調整します。センサーを再び上へ戻し、最初と最後の黒鍵上でレーザースポットの位置を確認できる状態にします。

ガイドレールをわずかに前後へ動かし、スポットが黒鍵のできるだけ前端寄り（理想は前端から約 5 mm の位置、すなわち黒鍵の最も高い部分）に当たるようにします。次に装置の向きを反転させ、白鍵上のスポット位置を確認します。白鍵前端から約 5〜15 mm 奥に当たっていれば適切です。ずれている場合は、センサーアーム下部の長穴を使ってセンサーを前後方向に微調整できます。蝶ねじを緩め、センサーを少し前後にずらしてください。この微調整は、鍵盤寸法が異なる古いピアノで特に有効です。

最初と最後の鍵でスポット位置が適切になったら、白鍵前端から約 5〜15 mm の位置にスポットを当てた状態で、センサー本体の表示値がなるべく 0 に近くなるようにセンサーの高さを調整します。負の値はセンサーが高すぎること、正の値は低すぎることを意味します。厳密に 0 に合わせる必要はなく、センサーを最適な測定範囲内に収めることが目的です。

鍵盤の測定には測定範囲 30 mm のセンサー（SENSOR 1）を推奨します。上側の +15 mm で白鍵より約 12 mm 高い黒鍵を、下側の -15 mm で平均約 10 mm の白鍵の鍵盤深さをカバーできます。

最後に、ガイドレールが安定して設置されており、再びがたついていないかを確認してください。がたつきがある場合は、後ろ側の支持部のうち一方をケースから少し外側へ離してから、ケースにちょうど当たる位置までそっと押し戻します。詳細は「ガイドレールの設置」を参照してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.2.2 ガイドレールを同じ位置に戻す

作業内容によっては、前回の測定時とまったく同じ位置にガイドレールをピアノケース上へ正確に再設置できると便利です。

代表的なケースは次のとおりです。

- グランドピアノで白鍵と黒鍵の高さを測定した後、続いて鍵盤深さを測定する前にアクションを鍵盤筐から取り外す場合。この際、アクションごと引き出してアクションを取り外し、鍵盤だけを本体へ戻すために、ガイドレールを一時的に取り外す必要があります。
- ガイドレールをいったん別のピアノで使用し、数日後に元のピアノの作業を再開する場合。
- LIVEモードで鍵盤高さや鍵盤深さを修正している最中に、誤ってガイドレールに触れて位置がわずかにずれてしまった場合。

後からガイドレールを元の測定位置へ正確に復元できるよう、ガイドレールとピアノケースの双方に小さな目印を付けておくことをお勧めします。
実用的な方法として、糊残りのないマスキングテープをピアノケース左右の内側に貼り、ガイドレール前側の支持部の正確な位置をテープ上に印しておきます。

さらに、ガイドレール自体にも鉛筆で小さな印を付けておけます。

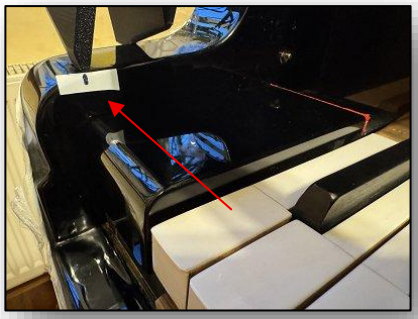
左右の短いレールを長いガイドレールにどこまで差し込むか、印を付けます。

短いレール上で各支持部の位置に印を付けます。

これらの目印があれば、いつでも元の測定時とまったく同じ構成でガイドレールを再設置でき、LIVE測定モードを用いた鍵盤修正を高い信頼性で続行できます。

重要なお知らせ

センサーアームも元の測定時と同じ高さに再調整する必要があります。具体的な手順は、LIVE測定モードのセクション（4.9「データの呼び出し：鍵盤ならしと鍵盤深さ」）を参照してください。

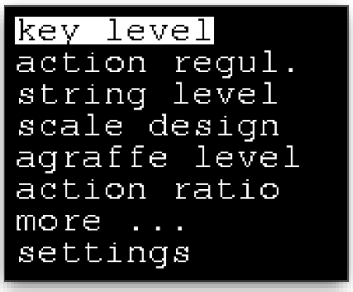






Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

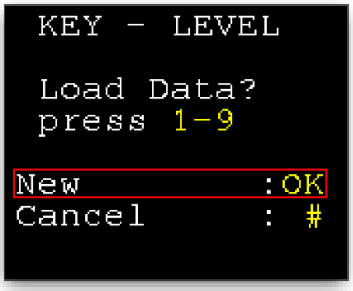
4.3 測定の開始



メインメニューで方向キーを使って「key level」を選び、OKで確定します。次の画面には9つの保存スロットが表示されます。数字キー 1〜9 を押すと既存のデータセットを読み込み、OK（New）を押すと新規測定を開始し、# を押すとキャンセルします。

従来の「flat」と「curve」の事前選択は不要になりました。新規測定では鍵盤全体の反り（クラウン）が自動算出され、「CROWN」として表示されます。スキャン完了後に技術者がそのクラウンをそのまま残すか、変更するか、あるいは 0 にするかを判断します。CROWN = 0 とすると直線基準になります。

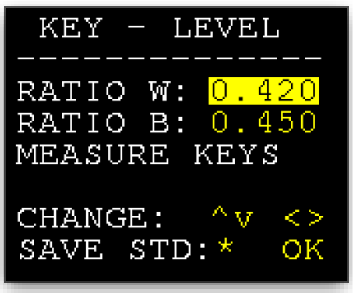
次の画面で鍵盤比を設定します。巻尺などで鍵を手動測定して算出した値を入力することもできます。上下キーで白鍵（RATIO W）と黒鍵（RATIO B）を切り替え、左右キーで数値を変更します。



あるいは「MEASURE KEYS」を選択すると専用画面が開き、レーザーとリニアエンコーダーを使って鍵盤比を簡単に実測できます（「鍵盤比の測定」を参照）。

PMP の鍵盤比（鍵盤高さ補正用のレバー比）は、鍵盤前端の測定点における高さ偏差から、バランスレール上で必要となる紙パンチングの厚さを算出するために使用します。例えば、鍵盤比が 0.42 の場合、鍵前端の高さ 0.10 mm の変化はパンチング厚 0.042 mm に相当します。

正確な鍵盤比はスキャン後に測定・入力することも可能です。測定開始時は 0.42 のような一般的な値でかまいません。保存されたデータセットは電源を切っても保持されるため、グランドピアノでアクションを外して鍵を取り出した後などに鍵盤比を修正できます。紙パンチングで鍵盤ならしを行う前に、実測した鍵盤比を必ず設定してください。パンチング計算と評価色が自動的に再計算されます。アスタリスクキー（*）を押すと現在の設定値が標準値として保存され、次回電源投入時から自動的に適用されます。

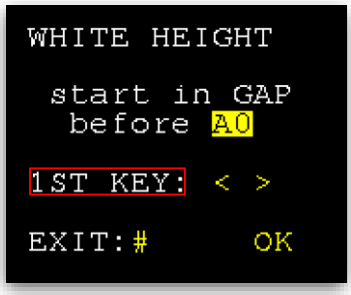


センサーによる距離測定そのものは鍵盤比の影響を受けません。評価結果や色分けにおける鍵盤比の役割については「評価色とくぼみ補正」を参照してください。PLAY選択画面でも * で鍵盤比設定を開けます。SAVE STD: * で標準値として保存し、OK で次の手順へ進みます。

読み込んだデータセットには記録済みの測定値が含まれますが、LIVEモード用の実際の空間基準（位置・高さ基準）は自動的には復元されません。「WHITE LIVE」の注意事項を必ずご確認ください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

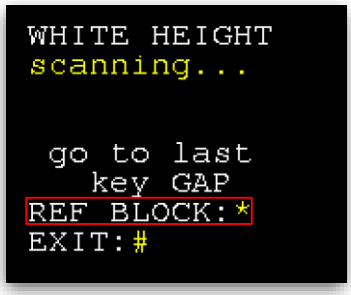
4.4 鍵盤高さの測定（白鍵）



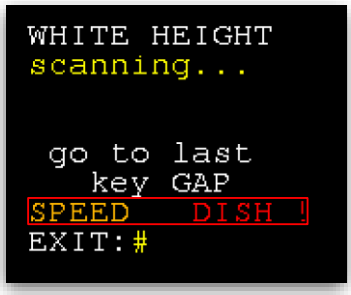
「1ST KEY」で左右キーを使い、楽器の実際の最低音（A0、G0、F0、C0 のいずれか）を選択します。レーザースポットをその鍵の左外側の隙間（あるいはわずかに手前の拍子木上）に合わせ、OKで確定します。

続いてセンサーを右方向へ一定の速さで滑らせ、鍵盤全体をスキャンします。画面には「scanning...」と表示されます。装置は鍵同士の隙間をもとに鍵の並びを認識し、各鍵の中心位置を算出します。

最高音の白鍵を完全に通過し、その右外側の隙間で停止します。以前のように最終鍵の中心で正確に止める必要はありません。拍子木側へわずかに乗り上げてもかまいませんが、終端を確実に認識させるため外側の隙間をしっかり通過してください。最後にセンサーを完全に停止させると記録が完了します。



CANT（左右に傾いた鍵）と DISH（摩耗による鍵盤上面のくぼみ）を確実に漏れなく記録するには、少しゆっくり動かしてください。移動が速すぎると右側に「DISH !」が最初はオレンジ色、さらに速いと赤色で表示されます。その場合は速度を落とし、鍵盤上面の輪郭が完全に取得されるようにしてください。さらに速くなると左側にもオレンジ色の「SPEED」が表示されます。鍵盤高さのみを測定する場合は、SPEED警告が出る手前まで速めにスキャンしても問題ありません。DISHデータが不完全な場合は、後述の「鍵中心 ± 8 mm」の方式で高さが算出されます。「TOO FAST」が表示された場合はそのスキャンが中止され、短時間の表示後に自動で開始画面に戻ります。センサーを最初の鍵の外側隙間へ戻してOKを押し、よりゆっくりと再測定してください。それ以前に完了した繰り返し測定のデータは保持されます。



口棒や棚板からの絶対的な鍵盤高さも測定したい場合は、スキャンを進める前にREF BLOCK:* で基準測定を開始します（中央の図）。手順は次のセクションで説明します。基準ブロックを使わない場合は、そのまま高音端までスキャンしてください。絶対高さの測定は、オーバーホールや新造ピアノなどで鍵盤全体の高さを基準から設定し直す場合に特に有効です。

日常のメンテナンスなどで、鍵盤全体の高さがすでにおおむね適切であり、鍵盤面内の凹凸だけをそろえたい場合は、口棒からの絶対高さを測る必要はありません。そのままスキャンを開始し、次のセクションは省略できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

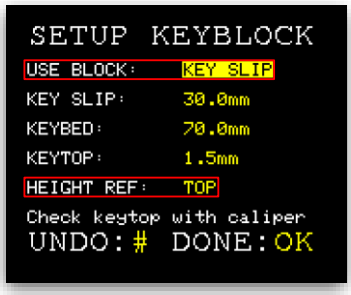
4.4.1 基準ブロックによる鍵盤高さの絶対測定



基準ブロックを用いると、既知の支持面からの白鍵の高さを測定できます。支持面には口棒（KEYSLIP）、または棚板など実際にブロックを載せる面（KEYBED）を選択できます。基準ブロックを使わない場合でも、算出した近似線を基準にして鍵盤ならしを行えます。

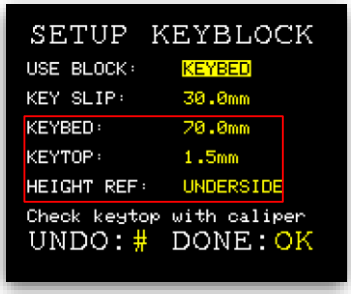
測定前に基準ブロックと基準エッジを設定する

「SETUP KEYBLOCK」は「settings > key-block」から開きます。また、「REF BLOCK: *」で基準測定を開始し、左端のブロック設置案内が表示された状態で「BLOCK: *」を押しても設定画面に入れます。上下キーで項目を選び、左右キーで数値を変更します。数値は 0.1 mm 刻みで増減し、長押しすると変更速度が上がります。



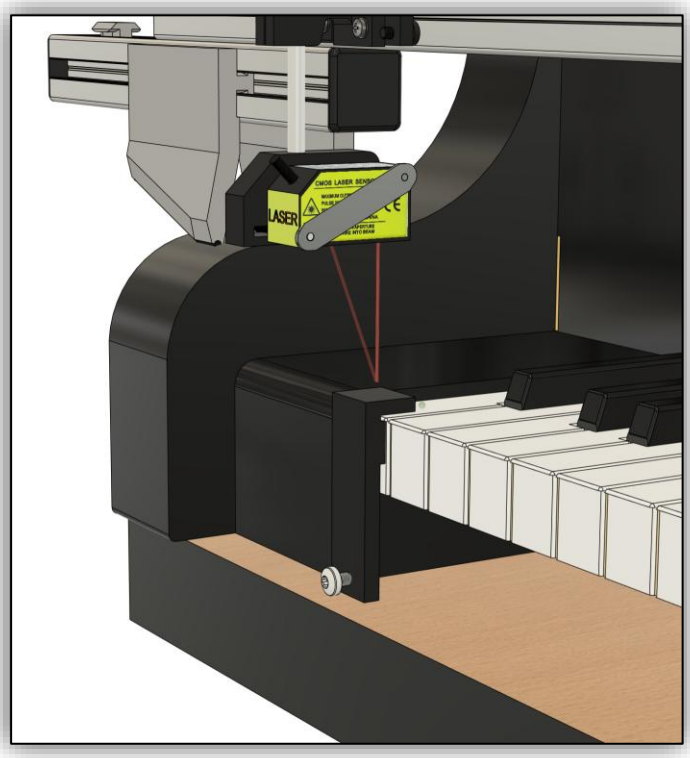
「USE BLOCK」で KEYSLIP または KEYBED を選択します。「KEY SLIP」と「KEYBED」の各欄に、それぞれ使用する基準ブロックの実際の高さを入力します（両方の値は個別に保存されます）。代表的な例は、口棒上で 30.0 mm、棚板から合計 70.0 mm です。

「HEIGHT REF」では、表示する鍵盤高さの基準位置を指定します。「TOP」は白鍵の鍵盤表面材の上面、「UNDERSIDE」は鍵盤前端から水平に張り出した鍵盤表面材の下面を意味します。

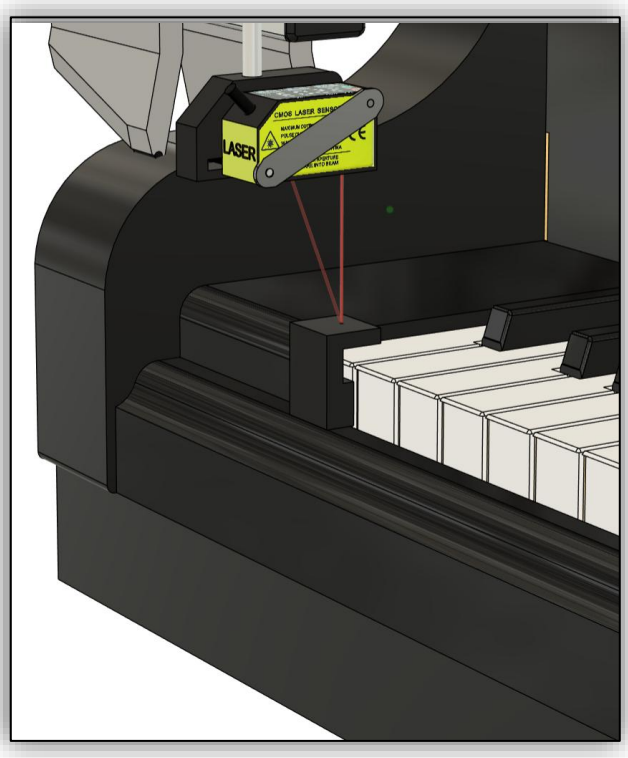


「UNDERSIDE」を選んだ場合は、実際の鍵盤表面材の厚さをノギスで測定し、「KEYTOP」に入力してください。PMPがこの厚さを自動で差し引いて計算します。例えば、ブロック高 70.0 mm・表面材厚 1.5 mm なら内部計算は 68.5 mm、ブロック高 30.0 mm なら 28.5 mm となります。ただし、設定画面には必ずブロックの実測全高（70.0 mm または 30.0 mm）をそのまま入力してください。

中央の図は KEYSLIP / TOP、下の図は KEYBED / UNDERSIDE の設定例です。どちらの支持面にも両方の基準位置を組み合わせることができます。一番上の図では、黄色の案内文に KEYBED / UNDERSIDE 用の設置指示が表示されています。「UNDO:#」は設定画面を開いた時点の値に戻し、画面は開いたままにします。「DONE:OK」は設定を適用して画面を閉じます。



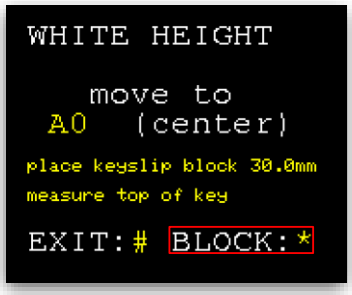
70 mm 基準ブロック（KEYBED、別売）
棚板に直接載せて使用



KEYSLIP測定用 30 mm 基準ブロック
口棒の上に載せて使用

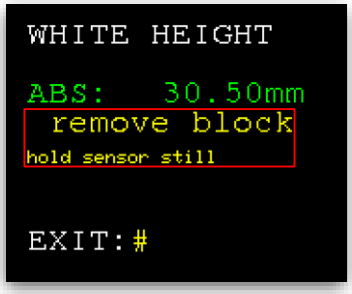
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

左右両端の基準ブロック測定を行う

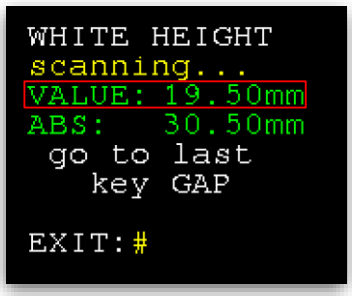


以下の画面例は、KEYSLIP / TOP と 30.0 mm 基準ブロックを用いた一連の測定手順を示しています。「REF BLOCK: *」を押すと、左端の基準ブロック設置案内が表示されます。センサーを最低音の白鍵の中心に合わせ、基準ブロックを鍵盤前端に当てながら口棒の上に置きます。ブロックの上面（測定面）がレーザーの真下にくるようにしてください。ここで別途開始ボタンを押す必要はありません。

一番上の図の黄色い表示は、支持面、ブロック高、基準位置を示しています。変更が必要な場合は、ブロックを置く前に「BLOCK: *」を押して設定画面を開きます。左右両端は同じ設定で測定します。前ページの KEYBED / UNDERSIDE の画面は別の設定例です。



確認音が鳴って記録が完了するまで、基準ブロックを動かさずに保持します。続いて画面に「remove block」と表示されます（2番目の図）。基準ブロックを取り除き、センサーはその位置から動かさずに静止させてください。露出した鍵盤上面が再測定されると、「VALUE」に鍵盤高さが表示されます（3番目の図では 19.50 mm）。なお、「ABS」は基準ブロック側の測定値であり、鍵盤高さではありません。そのまま右方向へスキャンを続けます。開始時の隙間へ戻る必要はありません（その区間はすでに記録済みです）。



高音端では、最終の白鍵からその外側の隙間まで完全にスキャンします。右端の基準ブロック案内が表示されてから、最終白鍵の中心へセンサーを戻してください（一番下の図は C8 の例）。左端と同じ基準ブロックを同じ支持面に載せて静止させ、「remove block」の表示後にブロックを取り除きます。左端と同様に、鍵盤上面の再測定が完了するまでセンサーを動かさないでください。

右端では左端と同じ設定が自動的に適用されるため、右端側では設定変更できません（「BLOCK: *」が左端の案内画面にのみ表示されるのはそのためです）。両端のブロック測定の間、ガイドレールは絶対に動かさないでください。右端の測定が完了すると、左右両端の高さを評価できるようになります。



左右の基準高さ L と R は、選択した基準エッジでの近似線の両端の高さです。最初や最後の鍵自体が高すぎたり低すぎたりする場合は、両端の鍵で直接測った高さと一致しないことがあります。鍵盤ならしに用いる基準は WHITE TRIM で調整します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

棚板から測定する場合：KEYBEDと補助ブロック

KEYBED では、基準ブロックを実際に載せた面が基準面となります。作業台上で鍵盤筏を天板に直接置いている場合は、作業台天板を基準面として使用できます。追加の敷物や台を挟むと基準が変わってしまうため、測定前に設置条件を確認し、後日の確認測定でも同じ条件を維持してください。



図のように、既知の高さを持つ補助ブロックを併用できます。30 mm の基準ブロックを 40 mm の補助ブロックの上に載せると、下部の支持面からの合計高さは 70.0 mm になります。この場合は「USE BLOCK」を KEYBED に設定し、「KEYBED」欄に 70.0 mm を入力してください。PMPは下部の支持面からの鍵盤高さをそのまま直接表示するため、後から 40 mm を足し合わせる必要はありません。

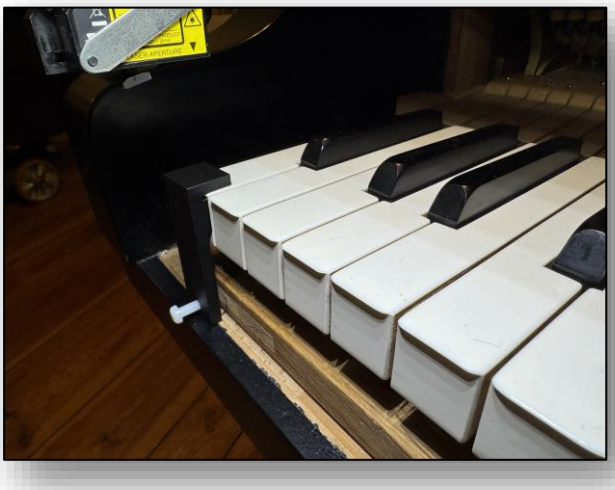
両端のブロック測定では、ブロック上面がセンサーの有効測定範囲内に収まっている必要があります。旧版の説明書では 50 mm の補助ブロックを推奨していましたが、測定範囲 30 mm のセンサーでは 40 mm の補助ブロックの方が有利です。例えば、鍵盤上面が棚板から 65 mm の高さにある場合、50 mm 補助ブロック＋30 mm 基準ブロックでは測定面が 80 mm となり、鍵盤上面より 15 mm 高くなります。



センサーを白鍵上で測定範囲の中央（0.00 mm）に合わせていると、この時点で ± 15 mm の測定範囲の端に達します。40 mm 補助ブロックを使えば測定面は 70 mm（鍵盤上面より 5 mm 上）に収まり、測定範囲に十分な余裕が残ります。

通常より低い鍵盤では、基準ブロックを当てた際に白鍵がわずかに押し下げられることがあります。しかし、鍵盤高さはブロックなしの状態であらかじめ記録されており、ブロック設置時はブロック上面の高さだけを読み取るため問題ありません。PMPはこの2つの測定値から支持面に対する鍵盤高さを算出します。

この構成でも「TOP」または「UNDERSIDE」を選択できます。UNDERSIDE を選ぶと、KEYTOP に入力された鍵盤表面材の厚さが自動で差し引かれます。設定欄に入力するブロック全体の高さは変更せずそのままにしてください。

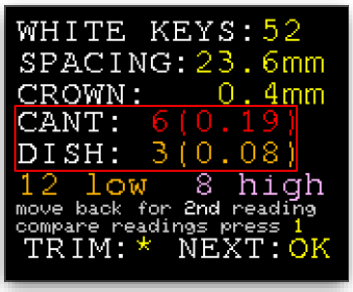


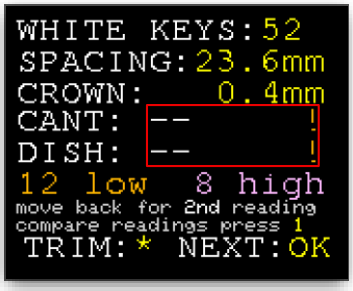


調整ねじ付きのロング KEYBLOCK（70 mm）。上部を鍵の前面に平らに当て、調整ねじを回してブロックを垂直にします。ねじの先端は下側の鍵盤筏に当てます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.4.2 測定結果の評価：CROWN、CANT、DISH







スキャン完了後、白鍵の数（WHITE KEYS）、鍵盤ピッチ（SPACING）、および CROWN（鍵盤全体の反り・クラウン量）が表示されます。その下の CANT と DISH には、それぞれ基準を超える鍵の数と、括弧内に最大値が表示されます。「low / high」の行は、選択した基準曲線より低い鍵／高い鍵の本数を示します。

CANT は、鍵盤全体の基準傾斜を差し引いた後の、個々の白鍵の左右傾斜を表します。数値は鍵幅 20 mm あたりの高低差に換算されており、正の値は右側が左側より高いことを示します。CANT を TILT と混同しないでください。TILT は鍵盤全体にわたる基準線の傾きを表します。

DISH は、鍵盤上面の左右両端を結ぶ線に対する表面形状の凹凸を表します。各鍵の個別値では、負の値が摩耗によるくぼみ（弾き込まれた鍵盤表面材）を意味します。結果一覧画面では、最も深いくぼみの深さが正の数値（絶対値）で表示されます。中央が上に膨らんでいる（凸状の）鍵盤上面はくぼみとしては集計されません。

CANT と DISH では、オレンジまたは赤と判定された鍵の合計本数が集計され、一覧表示の文字色は最大偏差の判定色に従います。判定のしきい値には白鍵の鍵盤比が反映されます（「評価色とくぼみ補正」を参照）。基準を超える鍵が1本もない場合、その項目は緑色で表示されます。

オレンジ色の「!」は、そのスキャンで一部データが欠測したことを示します。多くの場合、センサーを動かす速度が速すぎたことが原因です。CANT または DISH の欠測が5鍵を超えると、該当項目には「-- !」のみが表示されます。これを「すべての鍵が水平」または「くぼみなし」と誤解しないでください。

鍵盤高さの自動くぼみ補正は、そのスキャンですべての鍵の DISH 値が完全に取得できた場合にのみ有効になります。DISH 値が1鍵でも欠けていると、そのスキャンの全鍵について従来の方式（鍵中心 ± 8 mm の範囲の測定平均値）で高さが算出されます。次のステップへ進む前に確認画面が表示されるため、OKで確定してください。

左右傾斜が著しい鍵がある場合は、まず鍵盤の傾きを直してから再度測定してください。

新機能：DISHとCANT

PMPは、鍵盤表面材のくぼみと左右に傾いた鍵も検出できるようになりました。

CANT：左右に傾いた鍵



鍵盤の左右どちらか一方の縁が他方より高くなっている状態です。PMPがその傾きを表示し、「CANT ADJUST」機能を使って傾きを直しながら正確に確認できます。

DISH：摩耗してくぼんだ鍵盤表面材



長年の使用による摩耗で鍵盤表面材にくぼみが生じることがあります。PMPはこのくぼみを検出し、表面形状が完全に記録されている場合には、鍵盤高さの算出に自動反映します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

評価色とくぼみ補正

PMPは測定偏差を信号機と同じ3色（緑・オレンジ・赤）で評価するため、詳しく点検すべき鍵が一目で分かります。

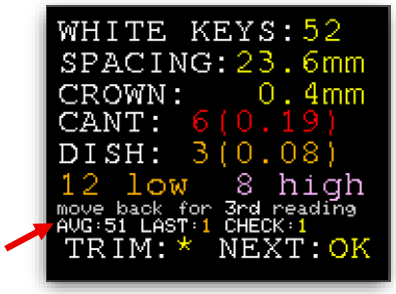
緑：許容範囲内（問題なし）。オレンジ：軽度の偏差あり。赤：明確な偏差あり。

どのようなときにくぼみ補正が適用されるか？

PMPは、オレンジまたは赤と判定されたくぼみを鍵盤高さの計算に自動で補正反映します。そのためには、全鍵の表面形状が漏れなく記録されている必要があります。緑と判定される小さなくぼみは補正の対象外です。
DISH 値が1鍵でも欠測すると、そのスキャン全体でくぼみ補正は無効になります（画面に「DISH MISSING」および「DISH CORR: OFF」と表示されます）。くぼみ補正を使用したい場合は、速度を落として鍵盤全体を漏れなく再スキャンしてください。

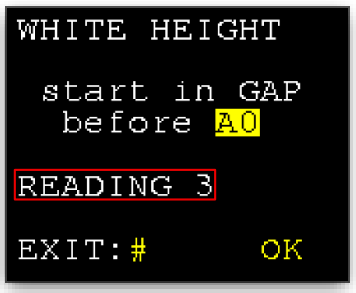
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.4.3 繰り返し測定と戻り位置再現性の確認



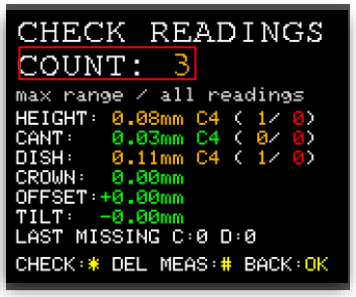
繰り返し測定は、特に各鍵の戻り位置再現性を確認するために行います。すなわち、打鍵後にそれぞれの鍵が元の静止位置へどれほど確実に復帰するかを検証します。鍵盤高さの調整を長期的に安定させるには、静止位置への復帰が十分に均一であることが前提となります。

2回のスキャンの間には、通常の鍵盤ならしと同様に、長い定規を使ってすべての鍵をしっかり底まで押し下げ、完全に元の位置へ戻します。この際、ガイドレールやセンサーアームは一切動かさず、その状態で再度スキャンしてください。間に鍵を弾かずに連続スキャンした場合は、鍵盤の復帰特性ではなく、主に測定装置とセンサーの再現性を検証することになります。



繰り返し測定を行うには、結果画面のままセンサーを左へ戻し、最初の鍵の外側の隙間に合わせて OK を押します。画面には「READING 2」、さらに続けると「READING 3」と順に番号が表示されます。最大9回分の測定データを同時に保持して比較できます。

「AVG」は平均値が算出された鍵の本数、「LAST」は信頼できる平均値が得られず直近の有効値を使用した鍵の本数を示します。全鍵を平均化できなかった場合は、次へ進む際に説明画面が表示されるため OK で確認してください。元のばらつき情報は比較画面や RETURN 表示用に保持されます。なお、CANT と DISH 自体は常に直近のスキャン値が採用されます。



数字キー 1 を押すと「CHECK READINGS」画面が開きます。「COUNT」はスキャン回数です。「HEIGHT」「CANT」「DISH」には、すべての有効測定値の中で最大の変動幅（レンジ）と該当する音名が表示されます。変動幅とは最大値と最小値の差であり、平均値ではありません。音名の後ろの括弧内には、オレンジ／赤と判定された鍵の本数が順に示されます。図の例「HEIGHT: 0.08mm C4 (1/0)」は、C4 の高さ変動幅が 0.08 mm で最大であり、オレンジ判定が1鍵、赤判定が0鍵であることを意味します（すべての例で鍵盤比は 0.42 です）。

高さの比較では、各スキャン間で共通する全体の高さずれと直線的な傾きが差し引かれます。「CROWN」は各回で算出されたクラウン量の変動幅です。「OFFSET」と「TILT」は、直近のスキャンとそれ以前のスキャン平均との差を示します。測定セットアップの変化と鍵盤の機械的な変化を混同しないよう注意してください。

「LAST MISSING C / D」には、直近のスキャンにおける CANT と DISH の欠測数のみが表示されます。以前のスキャンに欠測があっても、直近のスキャンが完全であれば「0 / 0」となります。過去の欠測は各音の個別比較画面で確認できます。



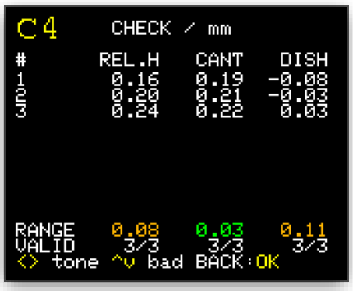
「DEL MEAS: #」を押すと「DELETE READING」画面が開き、最新のスキャン番号が初期選択されます。左右キーで削除したいスキャンを選び、「DELETE: *」で削除します。「BACK: OK」を押すと削除せずに戻ります。少なくとも1回分のスキャンは残す仕様です。

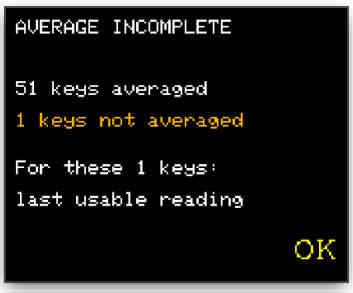
これにより、例えば失敗した3回目のスキャンだけを削除し、正常な1回目と2回目のデータを残すことができます。削除後は残りのスキャン番号が自動で振り直され、平均値と比較結果が再計算されます。最新のスキャンを削除した場合は、1つ前のスキャンの CANT・DISH データおよび測定基準も復元されます。

CHECK READINGS 画面で「BACK: OK」を押すと結果画面に戻ります。なお、各回の繰り返し測定データはこの作業セッション中のみ確認でき、保存スロットには記録されません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.4.4 各音の比較と平均値の使用





CHECK READINGS 画面で「CHECK: *」を押すと、1音ごとの比較画面が開きます。左右キーで白鍵を1音ずつ移動し、上下キーで HEIGHT・CANT・DISH のいずれかが赤判定になっている次の上音／下音へジャンプします。その方向に赤判定の鍵がなければ選択は移動しません。左右キーを長押しすると連続して送ることができます。

「REL.H」は、各スキャンの近似直線を差し引いた相対高さです。CANT と DISH には符号が付きます。「RANGE」は変動幅（最大値と最小値の差）、「VALID」は実際に取得された有効値の件数を示します。欠測値は「--」と表示され、0 として計算されることはありません。

図の例では、C4 に3回分の有効データがあります。REL.H は 0.16、0.20、0.24 mm であり、最大値と最小値の差は 0.08 mm です。CANT は 0.19〜0.22 mm で変動幅 0.03 mm、DISH は -0.08〜+0.03 mm で変動幅 0.11 mm となります。鍵盤比 0.42 では、HEIGHT と DISH の変動幅がオレンジ色、CANT が緑色で表示されます。3 項目ともすべてのスキャンに有効値があるため、VALID はすべて 3/3 となっています。

比較画面の評価色は、「評価色とくぼみ補正」で説明した基準に従い、白鍵の鍵盤比をもとに各スキャン間の一致度を判定します。CROWN、OFFSET、TILT にも同じ評価基準が適用されます。上に凸状の表面形状のばらつきも評価対象に含まれます。「BACK: OK」で CHECK READINGS へ戻ります。なお、以下に述べる平均値算出のルールは色評価とは独立しています。

整調計算では、整合性のある複数の高さスキャン結果が自動的に平均化されます。対象となるのは、直近のスキャンと同じくぼみ補正状態（有効／無効）で行われたスキャンのみです。スキャン間の共通の高さずれと傾きを合わせたうえで、鍵盤全体の形状と各鍵の偏差を保持したまま平均化します。

2つのスキャン間で全鍵の 80% 以上が 0.05 mm 以内の差に収まっていれば、その2つのスキャンは整合しているとみなされます。互いに整合するスキャン群の中で明確に最大のグループが選ばれ、さらに各鍵ごとに全体の変動幅が 0.05 mm 以内に収まる測定値同士を平均化します。

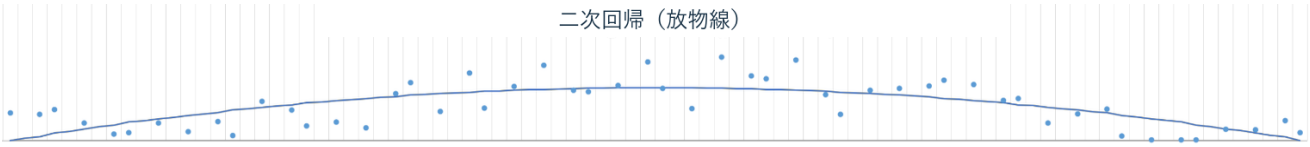
近い値同士は平均化できますが、大きく離れた2つの値ではどちらが正しいか判別できません。同数で矛盾するグループに分かれた場合も信頼できる平均値は得られないため、そのような鍵では直近の有効測定値がそのまま採用されます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.4.5 基準曲線の算出方法

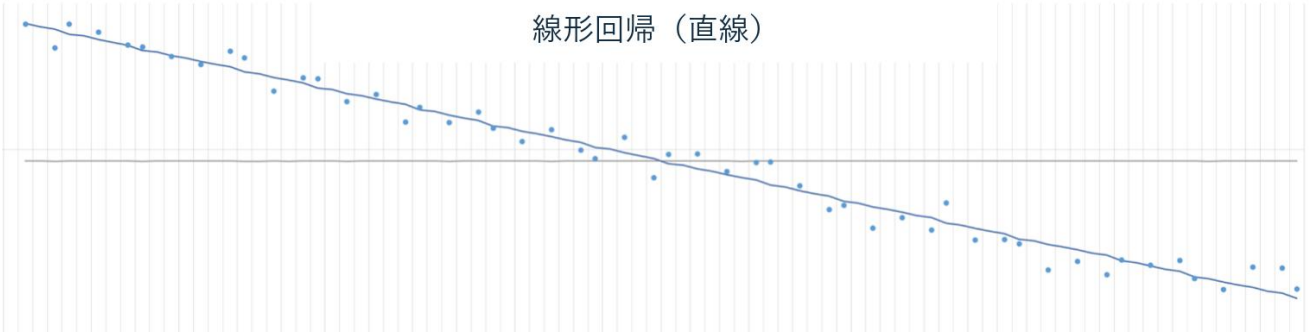
各測定点は現在の鍵盤高さを表しています。そこから必要な修正量を求めるには、鍵盤ならし後に各鍵がそろえるべき目標高さ、すなわち共通の基準曲線（リファレンス）が必要です。実測点と基準曲線の差がその鍵の高さ修正量となり、その値に鍵盤比を掛けて必要な紙パンチングの厚さを算出します。

装置はまず、実測された鍵盤高さに最もよく適合する放物線を算出します（二次回帰）。そのため、一部の高すぎる鍵や低すぎる鍵だけに曲線全体が引きずられることはありません。上のグラフの点が実測値、青い線が共通の近似曲線です。各点と曲線との間に残る差を鍵盤ならしで修正します。



CROWN が正の値のときは、鍵盤の中央部がわずかに高い（上反り）形状を示します。楽器の状態や整調方針に合致していれば、この既存のクラウンをそのまま残すことができます。算出された曲線は実測状態に基づく提案であり、その形状が技術的に適切かどうかを装置が自動判断するものではありません。

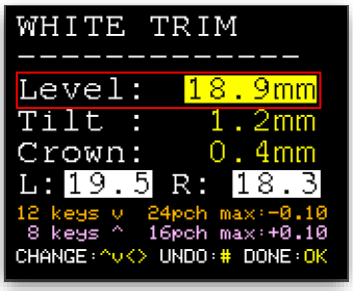
鍵盤を一直線にならしたい場合は、WHITE TRIM で Crown を 0 に設定します。すると装置は測定値から近似直線を別途算出します（線形回帰）。下のグラフのように、直線であっても左右に傾いている場合があります。「直線であること」と「基準ブロックの支持面に対して平行であること」は別の要素であり、傾きは Tilt で確認・調整します。



自動算出された近似曲線は回帰誤差を最小限に抑えるため、少ない作業量で仕上げるための良い出発点となります。全体の高さ、傾き、またはクラウンが要件に合わない場合は、技術者が Level、Tilt、Crown を変更して新たな基準を設定します。それに伴って変わる修正量は即座に再計算されます。

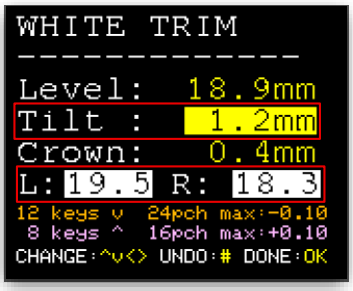
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.4.6 Level、Tilt、Crownの個別設定



結果画面で「TRIM: *」を押すと「WHITE TRIM」画面が開きます。上下キーで項目を選ぶと該当数値が黄色で強調表示され、左右キーで 0.1 mm 刻みで調整できます（長押しすると少し間を置いて連続して速く変化します）。図中の赤枠はそれぞれ説明対象の項目と、中央図における左右端の高さ L・R を示しています。

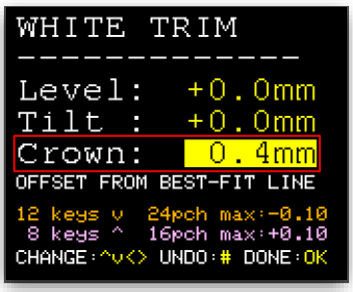
「Level」は基準曲線全体の高さを上下させます。基準ブロックを使用している場合は、左右の基準端点を結ぶ直線の平均高さ（選択した支持面から TOP または UNDERSIDE までの高さ）を示します。例えば KEYBED では 65.8 mm や 66.5 mm のように設定できます。中央部の高さには Crown の値が加算されます。図の例では Level 18.9 mm、Crown +0.4 mm のため、中央の目標高さは 18.9 mm ではなく約 19.3 mm になります。



「L」と「R」は、選択した支持面および基準位置における、算出済み基準曲線の左端・右端の目標高さです。これらは曲線上の目標値であり、基準ブロックで測定した最端鍵の実測値と必ずしも一致しません（最初や最後の鍵自体が周囲より高すぎたり低すぎたりする場合があるためです）。

「Tilt」は、基準ブロックの支持面に対する左右両端の高低差を表します。基準ブロック測定時はその絶対値が表示され、傾きの向きは L と R の数値から判断します。KEYSLIP / TOP の例では L = 19.5 mm、R = 18.3 mm なので、右端が 1.2 mm 低い状態です。Tilt を 0 にすると、両端を結ぶ直線が基準ブロックの支持面と平行になります。この間、Level は平均高さを一定に保ちます。

基準ブロックを使わない場合、Level と Tilt は算出した近似線に対する変更量です。画面には OFFSET FROM BEST-FIT LINE と表示されます。Level を +0.2 mm にすると、基準全体が 0.2 mm 上がります。Tilt を +0.2 mm にすると、中央を支点に右端を上げて左端を下げ、右端と左端の高さの差を合計 0.2 mm 増やします。この場合の Tilt 0 は近似線の傾きを保つ設定です。支持面と平行かどうかは、この設定からは分かりません。



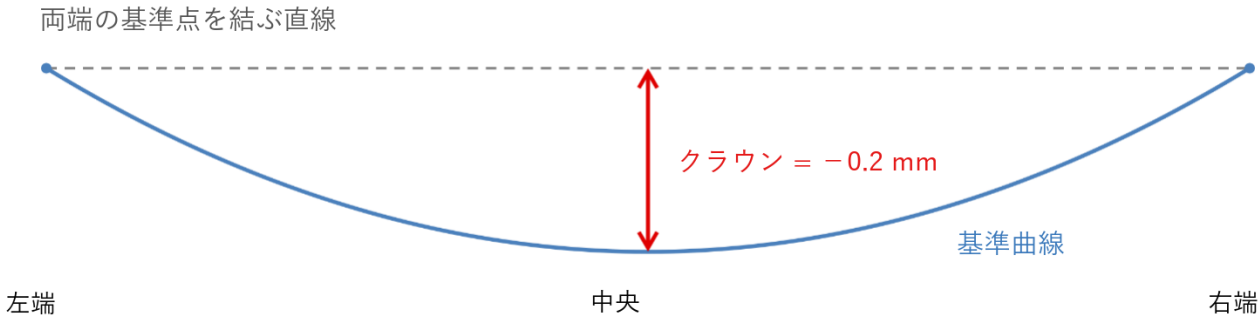
「Crown」は、両端点を結ぶ直線に対する中央部の反り（湾曲量）を設定します。正の値は中央が高く（上反り）、負の値は中央が低く（中低）、0 は直線を意味します。0 に変更すると新たに近似直線が算出されますが、すでに設定した Level と Tilt の修正値は保持されるため、L と R の値が変わる場合があります。確定する前に、基準全体のバランスをあらためて確認してください。

設定を変更するたびに画面下部の集計が再計算されるため、発生する整調作業量を見積もることができます。「UNDO: #」は画面を開いた時点の値に戻し、「DONE: OK」は変更を確定します。なお、ここで表示される数値は鍵盤上面における変位量（mm）であり、そのまま挿入する紙パンチングの厚さではありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.4.7 わずかな中低を意図的に残す場合

古いピアノでは、鍵盤全体が中央に向かってわずかに下がっている（中低）ことがあります。このとき近似曲線は下に湾曲し、CROWN は負の値になります。例えば -0.2 mm は、基準曲線の中央点が両端を結ぶ直線より 0.2 mm 低いことを意味します。これは鍵盤全体の滑らかな形状であり、個々の鍵盤表面材のくぼみ（DISH）や単鍵の左右傾斜（CANT）とは異なります。
以下の概念図はこの仕組みを示すもので、分かりやすくするため中低を誇張して描いています。破線は両端点を結ぶ直線、赤い矢印は負のクラウン量を表します。例示の数値は一般的な許容基準ではありません。



中低がわずかで均一な場合、通常のメンテナンス整調ではその形状をあえて維持する方が合理的なことがあります。中央部の全鍵を直線まで持ち上げる代わりに、既存の緩やかな曲線から外れた個別の鍵だけを修正することで、全体の高さ・外観・鍵盤深さ・動作に問題がない限り、作業量を大幅に軽減できます。

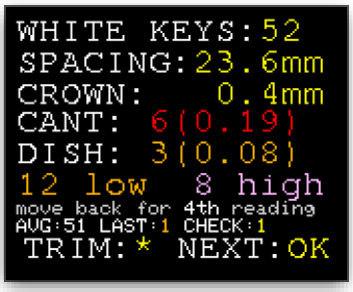
ただし、実測された現状が常にそのまま許容されるわけではありません。著しい中低や局所的な段差、戻り位置が不安定な鍵がある場合は、曲線フィッティングだけで問題が解決したとはみなせません。オーバーホール時や直線仕上げが求められる場合は Crown = 0 または技術的に適切な形状を選択してください。意図的に正のクラウンを付ける場合は、該当する正の値を設定します。

実作業では、まず自動算出された負の Crown 値を確認し、長い定規や鍵盤の動きと照らし合わせて妥当性を判断します。繰り返し測定の間にはすべての鍵をしっかり押し下げて完全に復帰させ、静止位置が十分に安定していることを確認してから目標基準を確定してください。調整した基準曲線で戻り位置の不具合を解消することはできません。

判断にあたっては、WHITE TRIM で Crown を試しに 0 または 0 に近い負の値へ変更し、再計算される修正量を比較してください。負の絶対値が小さいほど目標曲線の中低は浅くなります。適切な設定を確定するか、「UNDO: #」で開いた時点の設定に戻します。どの程度の反りを許容するかは個々の楽器に応じて技術者が判断してください。装置の調整可能範囲は技術上の許容公差を示すものではありません。

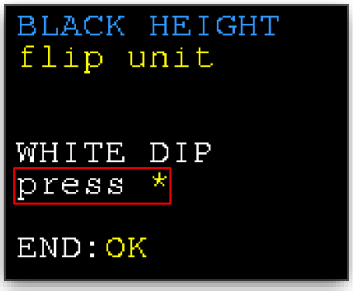
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.4.8 基準の確定と測定の続行



「DONE: OK」を押すと、白鍵高さの結果画面に戻ります。CROWN には設定したクラウン量が表示され、「low」と「high」の本数は確定した基準に対する値に更新されます。基準を変更すれば、必要な修正量もそれに応じて変わります。

戻り位置再現性の確認のために繰り返し測定を追加する場合は、センサーを再び左側の最初の鍵の前へ戻します。戻す際はレーザー測定を行わないため、素早く動かしても問題ありません（位置センサーは高速移動に対応しています）。各鍵を1音ずつ、複数音まとめて、あるいは長い定規で全鍵同時にしっかり押して離した後、OKを押して次の測定を開始します。 「NEXT: OK」を押すと次の作業工程へ進みます。DISH 欠測や平均化未完了の注意画面が出た場合は、OKを押して確認すると先に進めます。



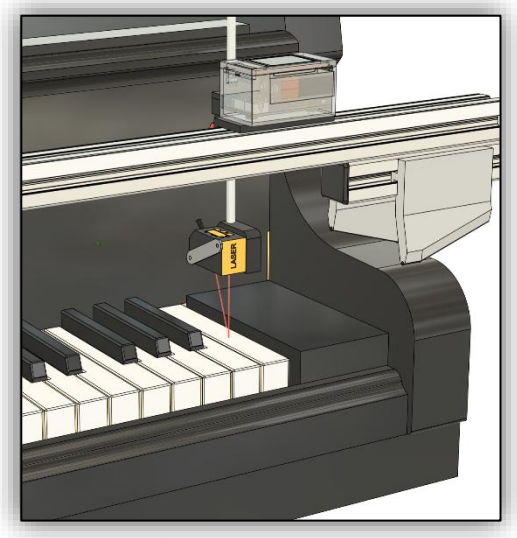
続いて「BLACK HEIGHT」「WHITE DIP」「END: OK」の選択画面が表示されます。BLACK HEIGHT（黒鍵高さ測定）を行うには装置を持ち上げて向きを反転させ、ガイドレールに載せ直します。WHITE DIP（白鍵深さ測定）へ進む場合は明示的に * を押します。「END: OK」を押すと以降の測定を終了し、保存画面または既存データでの作業画面へ進みます。

ここで確定した白鍵の基準曲線は、その後の黒鍵高さや鍵盤深さの基準にもなります。したがって、必ず先に白鍵の目標高さ・傾き・クラウンを確定してから、以降の測定結果を評価してください。

まず左右に傾いている鍵を直したい場合は、この段階で測定を終了し、PLAYモードの「CANT ADJUST」を使用します。傾きを修正した後、あらためて白鍵高さをスキャンして基準を確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.5 鍵盤高さの測定（黒鍵）



装置を反転させてガイドレールに載せると、画面に「BLACK HEIGHT」と開始位置が表示されます。WHITE HEIGHT とは異なり、黒鍵測定では引き続き指定された端の白鍵の中心から開始します。高音側から低音側へスキャンする場合は通常 C8 または A7、逆方向の場合は A0、G0、F0、または C0 が開始位置になります。

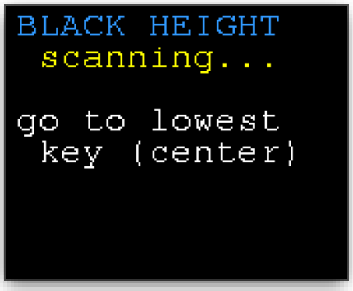
後方が切り欠かれている白鍵の場合は、細くなった奥側の鍵盤表面材の中央（rear center）に合わせてください。OKで開始位置を確定し、画面の指示方向に沿ってすべての黒鍵の上を一定の速さで滑らせます。

黒鍵は高く突き出た上面（隆起部）によって自動識別され、各黒鍵の中心付近の測定値が採用されます。白鍵用のGAP検出（隙間検出）はここでは使用しません。反対側の端では、画面に表示された端の白鍵まで移動させ、すべての黒鍵が確実に記録された状態にしてください。黒鍵は幅が狭いため、白鍵の単独スキャンよりややゆっくり移動させると確実に検出できます。

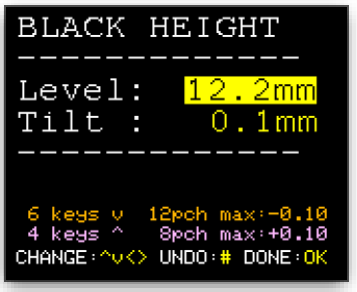
検出された黒鍵の数が想定より少ない場合は通知画面が表示され、測定をやり直すことができます。その際は移動速度を落として黒鍵を再度スキャンしてください。



スキャンが完了すると、白鍵基準に対する黒鍵の高さと傾きが表示されます。通常どおり方向キーで数値を調整し、# で変更取り消し、OK で確定します。



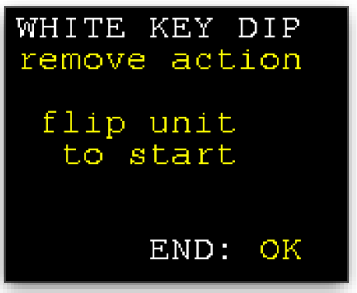
すべての黒鍵が正しく認識された後、技術者は「Level」と「Tilt」を調整できます。白鍵と同様に、基準を変更するほど黒鍵ならしの作業量は増えます。白鍵の基準曲線に対して黒鍵をどれだけ高くするか、また左右両端の傾きをどこまで許容するかは技術者が判断します。ここでの基準は白鍵のブロック支持面ではなく、先ほど確定した白鍵の基準曲線です。図の例では右端の黒鍵が白鍵より 12.15 mm 高く、左端が 12.25 mm 高い状態であり、両端の差（Tilt）は 0.1 mm となります。方向キーで値を変更し、# で取り消し、OK で次の測定（白鍵の鍵盤深さ）へ進みます。



検出した黒鍵の位置は保持されます。スキャン直後に PLAY で有効な位置を得るために、改めて A#0 へ移動する必要はありません。後で本体の向きを変えたりデータを読み込んだりした場合は、画面に位置合わせの指示が表示されることがあります。

次に白鍵の深さを測定できます。アクションとその整調状態が測定値に影響するため、測定前にアクションを外した方がよい場合があります。まず本体をガイドレールから外します。アップライトピアノではアクションを取り出します。グランドピアノではアクションと鍵盤を一緒に引き出し、固定ねじを外してアクションを鍵盤から取り外し、鍵盤を本体へ戻します。

このとき、ガイドレールの位置を保ってください。グランドピアノで一時的にガイドレールを外す必要がある場合は、後で正確に元へ戻せるよう必ず事前に位置をマーキングしておきます（「ガイドレールを同じ位置に戻す」を参照）。

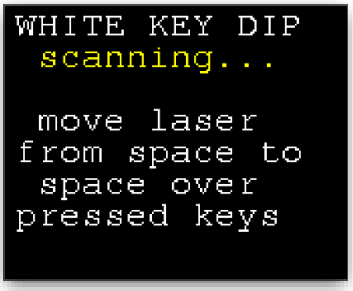


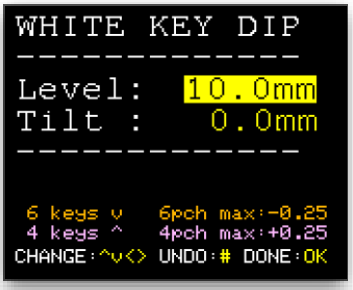
誤ってガイドレールを動かしてしまったり、取り外し後に元の位置へ正確に復元できなかったりすると基準がずれるため、その一連の測定を続行することはできません。ただし、それまでに記録した測定値はそのまま保存して利用できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.6 鍵盤深さの測定（白鍵）









WHITE HEIGHT の直後に * を押して WHITE DIP を選択した場合は、再度の位置合わせなしで高音側から低音側へ向かって測定します。一方、黒鍵高さ測定の後に行う場合は、アクションの取り外しと装置反転の案内に従い、指定された最初の白鍵の中心から OK を押して高音側へ向かって測定します。OK を押す前に、最初の数鍵をすでに完全に押し下げておく必要があります。3鍵ずつまとめて均等な力で押し下げながらレーザーを通過させる方法や、規定重量のウェイトを使う方法が実用的です。

レーザーは鍵の隙間から次の隙間へと順に動かします。計算には各鍵の中心から左右約 8 mm の範囲のデータが使用されるため、鍵同士の隙間のちょうど中央で厳密に停止する必要はありません。

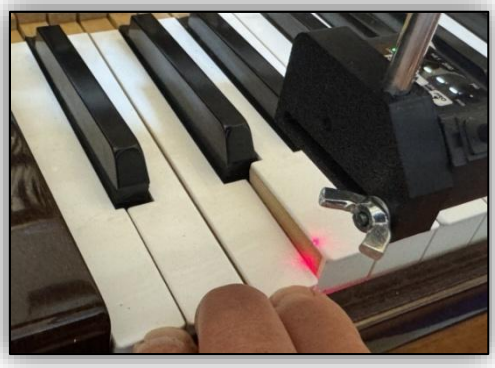
指で押す場合は、レーザーが誤って指先を検知して測定値を狂わせないよう、必ず鍵盤の最前端の縁を押さえてください（下図参照）。

特にスマートな方法として、連結ウェイトの使用があります。規定重量の真鍮製円柱ウェイト7個をレーザースポットより奥の白鍵上面に載せることで、1ステップあたり7鍵を同時に押し下げてスキャンできます。連結ウェイトがガイドレールやセンサーに触れないよう、鍵盤上へ均等に載せることだけに注意してください。

指示された方向に沿って最後の鍵まで同様に測定し、その鍵のおおよそ中心で停止します。鍵盤深さ測定の終点は、WHITE HEIGHT のような外側隙間ではなく、端の白鍵の中心です。終了後、実測された鍵盤深さと基準の傾きが表示されます。

操作方法はこれまでと同様です。シャープキー（#）で変更取り消し、方向キーで数値変更、OK で確定して黒鍵の鍵盤深さ測定へ進みます。



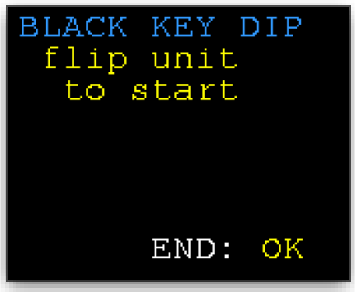


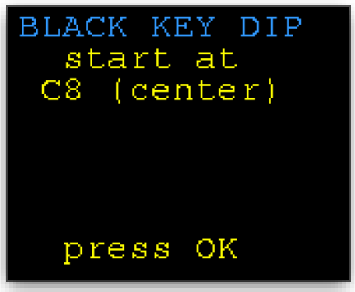


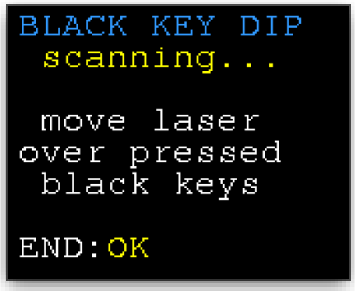


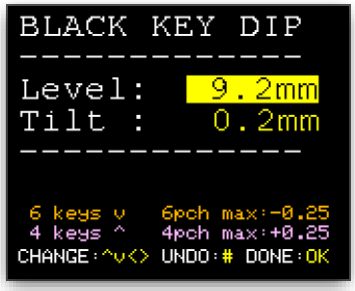
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.7 鍵盤深さの測定（黒鍵）









続いて黒鍵の鍵盤深さを測定します。装置を再び 180° 反転させ、センサーがガイドレールの後ろ側にくるように載せ直します。装置は反転を自動検知してディスプレイ表示も 180° 回転させるため、そのまま読みやすく表示されます。

この段階で一連の測定を終了することもできます。OKキーを押すと、黒鍵深さの測定をスキップしてすぐに保存画面へ進みます。

測定を行うには、レーザースポットを最終白鍵（通常は C8 または A7）の中心に合わせて OK を押し、スキャンを開始します。画面に「scanning…」と表示されたら、押し下げた黒鍵の上へセンサーを滑らせます。ここでも2〜3鍵ずつ同時に押し下げながら通過させます。正確な結果を得るには、できるだけ一定の力で押し下げることが重要です。

ここでも真鍮製円柱ウェイトの連結ウェイトを使用できます。その場合は5個の円柱を黒鍵の後部に載せ、5つの黒鍵を同時に押し下げます。

最後の黒鍵まで完全に記録されると、算出された基準曲線の結果画面が表示されます。ここでの基準は、先ほど設定した黒鍵高さの基準曲線です。図の例では、黒鍵の平均鍵盤深さが 9.2 mm、Tilt が 0.2 mm となっています。すなわち、この基準に従って整調すると、右端の鍵盤深さが 9.1 mm、左端が 9.3 mm になります。

ここでも必要に応じて数値を調整できます。OKを押すと一連の測定がすべて完了し、保存画面が開きます。

直前に適切な BLACK HEIGHT 測定を行っている場合は、すでに認識された位置基準をそのまま引き継いで使用できます。開始位置への移動は、画面に指示が表示された場合にのみ行ってください。

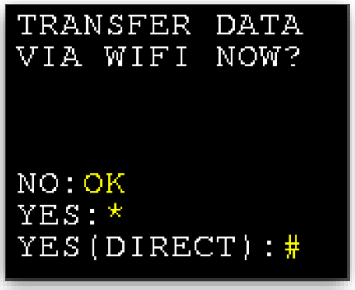
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.8 データセットの保存



保存画面「SAVE DATA」には9つの保存スロットがあります。緑色の「FREE」は空き、赤色の「USED」は使用中を示します。数字キー 1〜9 で保存先を選択します。使用中のスロットを選んだ場合は、「ARE YOU SURE?」とともに「OVERWRITE SLOT」とスロット番号が表示されます。「YES: *」を押すと既存データに上書きされ、「NO: OK」で選択画面に戻ります。保存せずに次へ進むには、スロット選択画面で「DONT SAVE: OK」を押します。

保存される内容には、測定値、基準曲線、鍵盤比、および CANT・DISH の指標が含まれます。鍵盤上面が完全にスキャンされている場合は、位置に応じた自動くぼみ補正用のデータと、CANT ADJUST 用の共通基準も併せて保存されます。整合性のある繰り返し測定が平均化された場合は、その平均算出後の高さ偏差が記録されます。左右両端で基準ブロック測定を行った場合は、支持面、基準位置（TOP または UNDERSIDE）、基準ブロックの実測高、および鍵盤表面材の厚さも保存されます。これらは当該測定に紐づく情報であり、後から本体の KEYBLOCK 設定を変更しても上書きされません。



各回の繰り返し測定データおよび RETURN の結果は、現在の作業中のみ保持され、スロットには保存されません。保存されたくぼみ補正データは読み込み時に自動適用されるため、ガイドレールとセンサーを元の条件に合わせて復元すれば、作業中断後や電源オフ後でも LIVE や CANT ADJUST をそのまま続行できます。表面データを含まない旧形式のデータセットも引き続き読み込めます。その場合、くぼみ補正を行うには WHITE HEIGHT を再スキャンする必要がありますが、CANT ADJUST はそのまま使用できます。

保存または読み込みの完了後、「TRANSFER DATA VIA WIFI NOW?」と表示され、データをすぐ転送するか確認されます。OK で転送をスキップ、* で通常のローカル Wi-Fi接続、# でダイレクト接続を選択します。

データ転送時は、本体画面に表示されるネットワークモードとアドレスを確認してください。ブラウザーまたはExcelブックでデータの読み込みが完了してから、本体で OK を押してこの画面を閉じます。引き続き REMOTE で操作する場合は、Wi-Fi をオンのままにしておいてください。

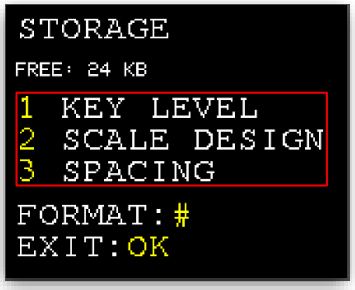
保存したデータセットは後から呼び出し、表示される紙パンチング厚に従って調整作業を進めることができます。LIVE 測定を行う際は、LIVE に関するセクションの注意事項を確認してください。両端の基準ブロック測定が保存されているデータセットでは、読み込み時に「REF: *」を押して基準ブロックで白鍵の基準を復元できます。その際は、元の測定時と同じ支持面、同じ基準ブロック寸法、同じ基準位置（TOP または UNDERSIDE）、および同じ鍵盤表面材の厚さを使用してください。これらの情報が含まれていない旧データセットの場合は、元のセットアップ条件をご自身で確認してください。

保存が完了したデータは本体メモリーに長期保持され、時間が経ってからでも同じスロット番号で再読み込みできます。これにより、1台のピアノの作業を複数工程に分けて進めることが可能です。例えば、まずグランドピアノ内で鍵盤を測定して電源を切り、落ち着いてアクションごと引き出して作業台へ移し、アクションを鍵盤筏から外した後で再び電源を入れて該当データセットを読み込み、鍵盤の修正作業を続行できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

空き容量が不足している場合

Key Level、Scale Design、および Spacing は共通の保存領域を使用しています。保存時に空き容量が不足すると「STORAGE FULL」と表示されます。「STORAGE: OK」を押すとストレージ管理画面が開きます（メインメニューの「settings > storage」からも開けます）。本体の電源が入っている間は、現在の測定データは失われずに保持されます。



1. 機能の選択

「STORAGE」画面で、1（KEY LEVEL）、2（SCALE DESIGN）、または 3（SPACING）を選択します。空き容量を確保するため、別の機能の不要なデータセットを削除することもできます。画面上部の「FREE」に現在の空き容量が表示されます。

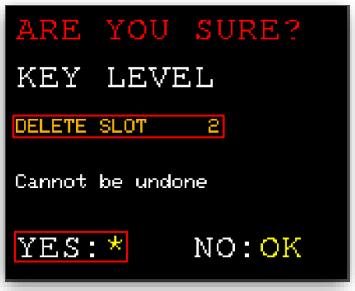


2. 削除するスロットの選択

数字キー 1〜9 で使用中（USED）のスロットを選択します（FREE は空きスロット）。図の例では不要になったスロット 2 を選択しています。先ほど保存先として選んだスロットを削除することも可能です。「DELETE ALL: 0」を押すと、選択中の機能の全9スロットが一括削除対象になります。

3. 削除の確認

「ARE YOU SURE?」画面に機能名と「DELETE SLOT（番号）」または「DELETE ALL 9 SLOTS」が表示されます。「YES: *」を押すと対象データが完全に削除され、「NO: OK」で削除せずに戻ります。スロット一覧画面では「BACK: #」で機能選択に戻り、「EXIT: OK」でストレージ管理を終了します。



空き容量を確保したら、OK で保存先選択画面へ戻り、1〜9 で保存先スロットをあらためて指定します（例では空いているスロット 5）。この再選択を行うまでデータは保存されません。まだ容量が不足している場合は、再び「STORAGE FULL」が表示されます。

保存のキャンセルとエラーへの対処

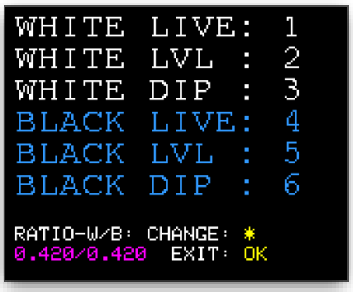
「STORAGE FULL」画面で「CANCEL: #」を押すか、保存先選択で「DONT SAVE: OK」を押すと保存を中止します。電源が入っている間は現在の測定データで作業を続けられますが、本体メモリーには保存されていません。電源を切る前に必ず保存を完了してください。なお、すでに確定した削除操作は取り消せません。

「SAVE FAILED / Old slot kept」と表示された場合、今回の測定は保存されていませんが、事前に明示的に削除していない限り元のスロットデータは保持されています（OK で確認）。「DELETE FAILED」と表示された場合は、選択したデータの一部を削除できなかったため、スロット一覧を確認してください。

重要：STORAGE の機能一覧画面で「FORMAT: #」を実行して確定すると、Scale Design や Spacing を含むすべての保存済み測定データが一括消去されます（機器設定と校正値は保持されます）。一部の空き容量を増やすだけの場合は、上記の個別削除を行ってください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.9 データの呼び出し：鍵盤ならしと鍵盤深さ



保存データセットを読み込むか測定を終了すると、鍵盤高さと鍵盤深さを調整・修正するための選択画面（PLAYメニュー）が表示されます。記録済みの測定項目は明るく、未測定の項目は暗く表示されます。メインメニューの「key level」から既存データセットを読み込んだ場合も、この画面に移動します。

この画面では、いつでもアスタリスクキー（*）を押して白鍵・黒鍵の鍵盤比を変更できます（「鍵盤比の測定」を参照）。数字キー 1〜6 で以下の各機能を呼び出し、OK キーでメインメニューに戻ります。

4.9.1 WHITE LIVE（白鍵のリアルタイム測定）



赤外線リモコンの数字キー 1 を押すと「WHITE LIVE」に入ります。

装置が黒鍵側（ガイドレールの後ろ側）を向いたままこの機能を呼び出した場合は、画面に「flip unit」と表示されます。センサーがガイドレールの前側にくるよう装置の向きを反転させてください。

位置合わせの案内が出た場合は、指定された最初の白鍵にレーザースポットを合わせて OK を押します（スキャン直後は既存の位置基準がそのまま引き継がれます）。これでリアルタイム測定が有効になり、各白鍵の高さと、先ほど技術者が確定した基準曲線との偏差がリアルタイム表示されます。例えば、選択した基準位置（TOP または UNDERSIDE）で口棒から 20 mm（または棚板から 65 mm）、Tilt 0 mm（支持面と平行）と設定した場合、その理想的な基準線に対する各鍵の偏差がリアルタイムで表示されます。

重要なお知らせ：

この機能で表示される測定値は、事前に記録・保存された基準曲線を参照しています。したがって、ピアノケース上におけるガイドレールの位置、およびセンサーアームの高さ・向きが、元のスキャン時と完全に一致している必要があります。

ガイドレールを取り外したりセンサーアームを動かしたりした場合は、まずマーキングに従って元の設置状態へ戻し、以下の手順で測定基準を確認してセンサー高さを慎重に合わせてください。

まず数字キー 2 で「WHITE LVL」を開き、低音側で明確な偏差値が表示される鍵（正確な数値が確認できる鍵）へ移動します。「OK」と表示される鍵は -0.03 mm〜+0.03 mm の幅があるため比較基準には適しません。次に、LIVE モード（キー 1）での表示値が WHITE LVL モード（キー 2）の表示値と一致するようにセンサーアームの高さを微調整します。この確認を中音域と高音域の鍵でも同様に繰り返します。

低音・中音・高音の3か所すべてで値が一致すれば、元の基準が正しく復元されたことが確認できます。レールの状態が変わっていたり確実に復元できなかったりする場合は、あらためてスキャンし直してください。保存されたくぼみ補正データは読み込み時に自動適用されます。初回の LIVE 測定前には、設置状態の一致を確認する「LIVE SETUP」画面が表示されます。

鍵を押していない状態では、鍵盤高さの調整量（LVL DISC）が表示されます。負の値（オレンジ色）は鍵が低すぎることを意味し、紙パンチングを追加する必要があります。必要なパンチングの組み合わせは画面下部に図示されます。

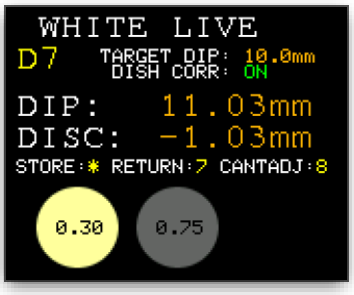
正の値（マゼンタ色）は鍵が高すぎることを意味します。この場合は紙パンチングを抜くか、鍵盤木部からごくわずかに削って調整します。

鍵を修正するときは装置を横へずらし、修正後にセンサーを再びその鍵の上へ戻して結果を確認できます。





Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen



鍵を押し下げると表示が自動で切り替わり、鍵盤深さ（DIP）と目標値との偏差（DISC）が表示されます。偏差が -0.03 mm〜+0.03 mm の範囲内であれば白色（許容範囲内）で表示されます。

画面上部の「TARGET DIP」には現在の目標鍵盤深さが表示されます。事前に鍵盤深さを測定している場合は、算出された基準値がここに表示されます（Tilt が 0 より大きい場合、センサーを高音側へ動かすにつれて目標値も連続的に変化します）。鍵盤深さを未測定の場合は固定の初期値が表示され、上下キーで任意の目標値へ変更して基準として使用できます。

TARGET DIP の下の「DISH CORR」は、現在の鍵に対するくぼみ補正の状態を示します。緑色の「ON」は補正有効、灰色の「OFF」は補正不要、オレンジ色の「OFF」は表面データの欠測または不備を意味します（「読み込み後のLIVEとくぼみ補正」を参照）。設定した CROWN も引き続き反映されます。

「STORE: *」を押すと、現在の LIVE 測定値が作業中の WHITE LVL または WHITE DIP データセットへ反映されます。この修正内容を永続的に残したい場合は、後でデータセットを再度保存してください。

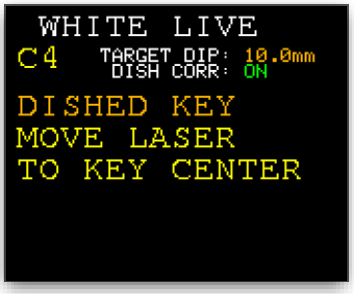


このように LIVE モードを使えば、1鍵ずつ順番に修正しながら、パンチングの追加や抜き取りによる変化をその場で精密に確認できます。

別の方法として、WHITE LVL / WHITE DIP または BLACK LVL / BLACK DIP を用い、鍵盤全体または一定区間を鍵盤筬から外してまとめてパンチング調整することもできます（グランドピアノでは修正のためにアクションを鍵盤筬から外します）。これらの機能は後のセクションで詳しく説明します。

くぼみ補正が有効なとき、LIVE の高さ・深さ表示には記録された鍵盤上面の輪郭が反映されます。この補正は、鍵の中心付近で確実に記録された領域内に限り機能します。

画面に「DISHED KEY / MOVE LASER / TO KEY CENTER」と表示された場合は、レーザースポットがその領域から外れています。測定値が再び表示されるまで、レーザーを鍵の中央へ移動してください。



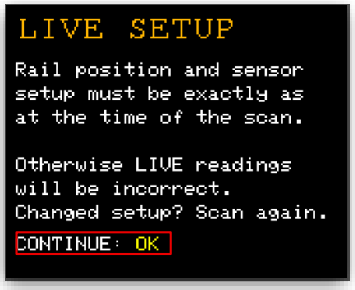
「RETURN: 7」は、追加の戻り位置確認機能のオン／オフを切り替えます。

「CANTADJ: 8」は、各鍵の左右傾斜修正機能を開きます。

これら2つの機能は次のセクションで詳しく説明します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

読み込み後のLIVEとくぼみ補正



データセットを読み込んだ後、初めて WHITE LIVE または BLACK LIVE を開くと「LIVE SETUP」の確認画面が表示されます。ガイドレールの位置、センサー高さ、センサーの向きはすべて元のスキャン時と完全に一致している必要があります。セットアップを確認して OK で続行してください。元の状態を確実に復元できない場合は、あらためてスキャンし直してください。

この確認画面は読み込みごとに1回だけ表示されます。完全に保存された表面輪郭データは自動で適用されるため、手動で有効化する必要はありません。

緑色の「DISH CORR: ON」



現在測定中の鍵でくぼみ補正が有効になっています。図の例では、鍵盤比 0.42 で C4 に 0.08 mm のくぼみがあり、PMPが LIVE 測定値に補正を反映しています。レーザースポットは鍵中心付近の記録済み領域内に保ってください。

灰色の「DISH CORR: OFF」



表面輪郭は完全に記録されていますが、この鍵にはくぼみ補正が不要であることを示します。2番目の例では鍵盤比 0.42 でくぼみが 0.03 mm しかないため補正されていません。平坦な鍵盤面や上に凸の鍵盤面も補正対象外です。

オレンジ色の「DISH CORR: OFF」



くぼみ補正に必要な表面データが欠測しているか不完全であることを示します。3番目の例ではスキャン時に DISH 値が1鍵欠けているため、すべての鍵でくぼみ補正が無効になっています。輪郭データを持たない旧形式のデータセットでも同様に表示されます。

くぼみ補正を使用したい場合は、速度を落として WHITE HEIGHT を全鍵漏れなく再スキャンしてください。この状態表示は高さ測定と深さ確認の両方で表示されます。3つの例はいずれも高さ偏差が -0.29 mm（パンチング厚に換算して約 -0.12 mm）の状態を示しています。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.9.2 LIVEモードでのRETURN再確認



繰り返し測定で得られた戻り位置再現性の結果から、復帰が不安定な鍵を特定できます。その鍵を修理・調整した後は、鍵盤全体をスキャンし直さなくても、該当する1鍵だけをその場で再検査できます。

WHITE LIVE 画面で「RETURN: 7」を押すと機能がオンになります（初期状態はオフ）。まだ RETURN の記録がない場合でもキー 7 を使用できます。追加の2行表示と打鍵検出は、この機能がオンのときのみ動作します。

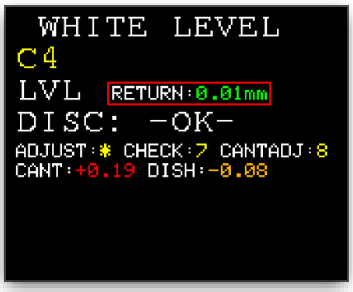
「H」は確定済みの基準曲線に対する現在の鍵盤高さ偏差を示します（例：H: +0.01 mm は測定点で 0.01 mm 高い、負の値は低い）。一方「RETURN」は、複数回の打鍵後に計測された静止位置の変動幅（最も高い静止位置と最も低い静止位置の差）を示します。



H と RETURN はいずれも鍵盤前端の測定点における変位量です。これに対し、LVL DISC は設定された鍵盤比を用いて算出したバランスレール上の紙パンチング調整厚です。したがって両者を直接比較してはいけません。例えば鍵盤比 0.42 の場合、鍵盤前端での高さ偏差 0.10 mm はパンチング厚約 0.04 mm に相当します。RETURN は戻り位置の再現性を評価する指標であり、必要なパンチング厚ではありません。

レーザースポットを鍵の中央上で静止させ、鍵を底まで完全に押し下げてから離し、静止位置へ落ち着くのを待ちます。有効な復帰が検出されるたびに表示が 1/3、2/3、3/3 と進み、1回ごとに短い確認音が鳴ります。

3回の有効な復帰が記録されると新しい変動幅が算出され、その鍵の従来の RETURN 値を上書きして WHITE LEVEL にも反映されます。途中で中断した場合や3回未満で終了した場合は、以前の結果は上書きされません。



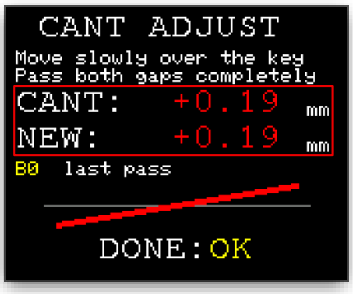
表示色は打鍵後の戻り位置再現性を評価します。鍵盤比 0.42 の場合、変動幅 0.03 mm 以下が緑、0.04〜0.14 mm がオレンジ、0.15 mm 以上が赤となります。しきい値は鍵盤比に応じて変化します（「評価色とくぼみ補正」を参照）。なお、このばらつきを紙パンチングで補正すべきという意味ではありません。

鍵が十分に復帰しなかった場合や、検査中にセンサーが大きく動いた場合は有効な測定として確定されません。鍵から指を完全に離し、センサーを静止させてください。「KEY NOT RETURNED」と表示された場合は、機械的な原因を点検してください。

これにより、ブッシングクロスのきつさ、鍵盤底面のバランス穴の狭さ、キャプスタンの遊び（空動き）といった不具合のある鍵を1本ずつ対処し、その都度3回打鍵テストで改善結果を確認できます。色と「!」の判定基準は「評価色とくぼみ補正」に従います。なお、RETURN 値は保存スロットには永続記録されません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

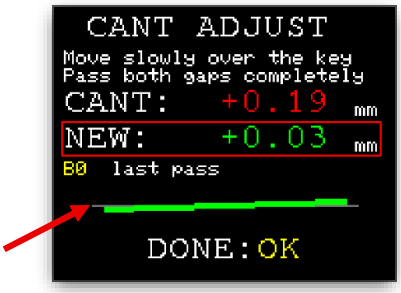
4.9.3 CANT ADJUST：各鍵の左右傾斜を修正する



WHITE LIVE または WHITE LEVEL で数字キー 8 を押すと「CANT ADJUST」が開きます。直前の WHITE HEIGHT 測定結果、または白鍵高さを含む読み込み済みデータセットが必要です（完全な表面輪郭データがない旧データセットでも使用できます）。ガイドレールとセンサーは元の測定時と同じ状態である必要があります。比較用の CANT 値が保存されていない場合は上段に「--」と表示されますが、そのまま新規測定が可能で、結果は「NEW」に表示されます。

センサーを片側の隣鍵から検査対象の鍵全体を通過して反対側の隣鍵までゆっくり滑らせ、左右両側の隙間を完全に横断してください。鍵の全幅が確実に認識されると新しい結果が表示されます。移動方向は左右どちらでもよく、別途開始キーを押す必要はありません。

「CANT」は画面を開いた時点の比較値、「NEW」は直近の有効な通過測定の結果を示します。数値の下には音名と「last pass」が表示されます。この表示は次の有効な通過測定まで保持され、現在位置を連続表示するリアルタイム表示ではありません。



斜めのバーは鍵の左右傾斜を視覚的に表します。上の例では右側が高く CANT = +0.19 mm です。バランスピンなどで傾きを直した後、同じ鍵を再び端から端まで通過させると、NEW = +0.03 mm でバーが緑色に変わります。

数値の評価色は WHITE LEVEL と同じく白鍵の鍵盤比に基づいて判定されます（「評価色とくぼみ補正」を参照）。鍵盤比 0.42 では +0.19 mm が赤、+0.03 mm が緑となり、判定に応じた高・中・低の確認音が鳴ります。CANT は鍵幅 20 mm に換算した上面の左右高低差であり、紙パンチングの厚さではありません。鍵の傾きを機械的に直して修正します。

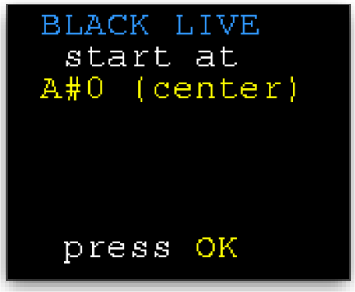
「DONE: OK」を押すと元の画面に戻ります。新しい CANT 値は現在の作業データへ自動で取り込まれ、WHITE LEVEL にも反映されます。次回データセットを保存した時点でスロットにも書き込まれますが、センサーを通過させただけでは既存スロットは上書きされません。



CANT ADJUST を行っても、鍵盤高さや DISH の値は自動更新されません。傾きを直すと鍵の高さも変化することがあるため、最終的な鍵盤ならしを進める前に必ず WHITE HEIGHT を再測定してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.9.4 BLACK LIVE（黒鍵のリアルタイム測定）



赤外線リモコンの数字キー 4 を押すと「BLACK LIVE」が開きます。装置を黒鍵側へ反転させた場合は、画面に表示される開始位置に従ってください。黒鍵スキャン済みのデータでは、認識された最初の黒鍵の中心（A0 開始のピアノなら A#0）が開始位置になります。スキャン直後に PLAY へ入った場合は認識済みの位置が自動引き継ぎされるため、再度の位置合わせは不要です。

これで、前述の WHITE LIVE と同じ要領ですべての黒鍵をリアルタイム測定できます。データセットの読み込み後、初めて WHITE LIVE または BLACK LIVE を呼び出す際には「LIVE SETUP」が1回表示されます。元のセットアップ状態を確認して OK を押してください（「読み込み後のLIVEとくぼみ補正」を参照）。



ヒント：黒鍵は各鍵の中心から左右 ± 4 mm の範囲で検出されます。認識位置が左右にずれて黒鍵の検出が早すぎたり遅すぎたりする場合は、シャープキー（#）を押してフリー移動モード（FREE RUN）を有効にします。まず画面上で黒鍵が検出される位置にセンサーを合わせて # を押し、続いてセンサーを正しい位置（黒鍵中心の約 4 mm 左側）へ動かして、もう一度 # を押して確定します。



左右方向の位置ずれは、装置をガイドレールに載せ直した際などに生じることがあります。まず画面の位置基準を確認してください。なお、FREE RUN は横方向の位置合わせのみを補正する機能であり、ずれてしまった高さ基準を修正することはできません。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

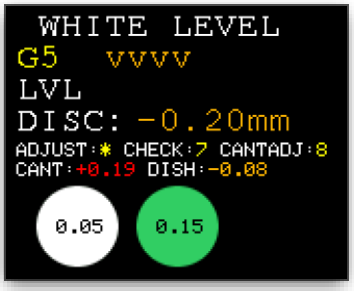
4.9.5 WHITE LVL / WHITE DIP / BLACK LVL / BLACK DIP（記録済み測定値の呼び出し）



赤外線リモコンの数字キー 2（WHITE LVL）、3（WHITE DIP）、5（BLACK LVL）、または 6（BLACK DIP）で呼び出します。事前に測定・記録（および保存）した各鍵の値が、確定した基準曲線からどれだけずれているかを表示します。

センサーがガイドレールの正しい側にない場合（白鍵は前側、黒鍵は後ろ側）は、再び「flip unit」と表示されます。前述と同様に装置の向きを反転させてください。

センサーを鍵盤に沿って動かすと、画面上部に現在位置の音名（例：A0、G5、F#3）が表示されます。鍵盤の左右両端の範囲外に出ると「OUT OF RANGE」と表示されます。「EXIT: #」でメインメニューへ戻ります。



音名の右側には偏差の大きさに応じた小さな矢印が表示されます。上向きはマゼンタ色、下向きはオレンジ色です。

上向きの矢印は、LVL モードでは鍵盤高さが基準曲線より高すぎるため下げる必要があることを示します。DIP モードでは鍵盤深さが目標値より浅すぎるため深くする必要があることを示します。いずれの場合も、紙パンチングを抜くか、鍵盤木部からごくわずかに削って調整します。

下向きの矢印は逆に、鍵盤位置が基準より低いことを示します。LVL モードでは鍵が低すぎるため持ち上げる必要があり、DIP モードでは鍵盤深さが深すぎるため浅くする必要があります。この場合は紙パンチングを追加します。必要なパンチングの組み合わせは画面下部に表示されます。



負の値は下向き矢印と同じオレンジ色、正の値は上向き矢印と同じマゼンタ色で表示されます。基準からの偏差が ± 0.03 mm 以内であれば「OK」と表示され、修正は不要です。

表示される矢印の本数が多いほど、基準値からの偏差が大きいことを意味します。

DIP モードでは、画面上部に現在の鍵に対する目標鍵盤深さが緑色で表示されます。Tilt > 0 の場合は鍵の位置によって目標深さが変化し、Tilt が 0 なら全鍵で一定になります。



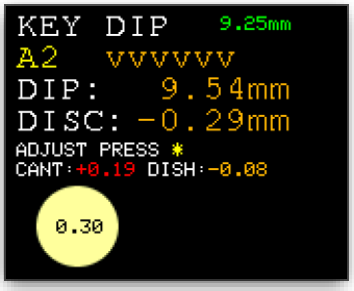
センサーを鍵盤上で素早く動かしながら、どの鍵が高すぎるか／低すぎるか（LVL）、どの鍵が浅すぎるか／深すぎるか（DIP）を瞬時に見分けられます。正確な数値と推奨パンチングの組み合わせは、センサーを静止させたときに表示されます。

「ADJUST: *」を押すと、次項で詳しく説明する ADJUST モードが起動します。



WHITE LEVEL で「CHECK: 7」を押すと、現在の測定セッションの繰り返しスキャンデータが保持されている間は、対象白鍵の各回比較画面が開きます。保存スロットから読み込んだ後は、各回の個別スキャンデータは参照できません。

CANT ADJ: 8 を押すと、各鍵の左右傾斜を修正する機能が開きます。



この機能は LIVE モードからも開けます。操作方法は 4.9.3 を参照してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.9.6 ADJUSTモード



対象の鍵に合わせた状態でアスタリスクキー（*）を押すと、その鍵に対する ADJUST モードが有効になります。レーザー変位センサーが現在の鍵盤高さを測定し、以降の修正作業の基準点として設定します。

鍵をわずかに持ち上げたり下げたりすると、画面の数値と推奨パンチングの組み合わせが即座に追従して変化します。鍵を取り外してパンチングを調整するためにセンサーを横へ移動しても、ADJUST モードはその鍵にロックされたまま維持されます。調整後にセンサーを同じ鍵へ戻すと、修正による高さ変化がそのまま画面に表示されます。偏差がなくなったら、もう一度 * を押して ADJUST モードを終了し、新しい値を作業データセットへ保存します。

この機能は、高すぎる鍵を修正する際、もともとどの厚さのパンチングが入っているか分からない場合や、そもそもパンチングが入っているかどうか不明な場合に特に有効です。パンチングが入っていない場合でも、わずかな修正であれば鍵盤木部を少し削って調整できます。

グランドピアノの鍵盤では、パンチング調整のためにアクションを鍵盤筐から取り外します。修正対象の鍵が正しい静止位置（前端が上がった状態）を保つよう、鍵の後端に鉛ウェイトを載せてから ADJUST モードを起動し、鍵の高さを合わせます。

まず高すぎる鍵をすべて調整し、続いて低すぎる鍵に画面表示どおりのパンチングを組み合わせて入れていきます。丁寧に作業すれば、すべての鍵を1本ずつ ADJUST モードで確認し直す必要はなく、そのまま正確に仕上がります。

作業は1オクターブずつ鍵を外して進めることも、全鍵を一度に取り外してすべてのパンチングをまとめて調整することもできます。

よくある誤差の原因：

既存のフェルトパンチング（クロスパンチング）を再使用する場合は、必ず元の向きを保ったまま戻してください。裏返したり回転させたりするだけで高さが変わることがあります。

薄い紙パンチングは打ち抜き加工の縁がくっつきやすいため、1枚のつもりが誤って2〜3枚重なって入ってしまうことがあります。新しいパンチングを入れた後は、バランス部（LVL）または鍵前端（DIP）を軽く〜中程度の力で押し付け、鍵を数回打鍵してなじませてください。打ち抜き時のバリによるわずかな盛り上がりが初期の測定値を狂わせ、長時間演奏した後に沈み込むのを防ぎます。

使用する紙パンチングの実際の厚さを、デジタルノギスなどで正確に測定しておくことも極めて重要です。実測値は公称値と異なることがよくあります。実例として、公称 0.12 mm の緑パンチングが実測 0.15 mm、公称 0.20 mm のピンクパンチングが実測 0.19 mm だったケースがあります。事前に一度測定し、バランス側とフロント側の実測値を本体設定に登録してください（「紙パンチングの厚さの設定と変更」を参照）。

重要なお知らせ：

ADJUST モードでは元の測定値に対する相対的な高さ変化のみを表示するため、極めて高精度に調整できます。鍵の後端に鉛ウェイトを載せた場合とアクションを取り付けた場合とでは荷重のかかり方が異なるため絶対高さにはごくわずかな差が出ますが、必要なのは本来の状態（例：グランドピアノにアクションを収め、拍子木を固定した状態）で測定した値からの相対変化量だけですので、作業精度には影響しません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

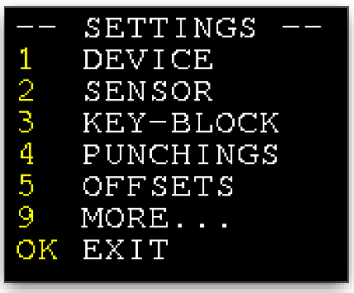
4.10 紙パンチングの厚さの設定と変更

メインメニューで方向キーを使って「settings」を選び、OK を押します。続いて「punchings」を選んで OK で開きます。「PUNCHING SETS」では最大5組のパンチングセットを管理できます。「NEW」と表示された次の番号を選ぶと新規セットを作成できます。各セットは有効化・編集・削除が可能ですが、最後に残った1組は削除できません。

PUNCHING SETS で対象のセット番号を押します。次の画面で 1（SET ACTIVE）を押すと、そのセットが計算用として有効になります。2（EDIT VALUES）を押すと編集対象の選択画面が開き、1（BALANCE RAIL）でバランスパンチング、2（FRONT RAIL）でフロントパンチングを個別に編集できます。同じ厚さのパンチングを複数枚取り、測定圧と打ち抜きバリに注意しながら適切なノギスで実測値を確認してください。

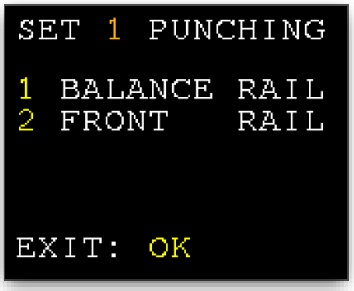
重要：Key Level の保存スロットには、測定当時のパンチング厚設定のコピーは保存されません。過去のデータを読み込んだ場合も、現在有効になっているセットで計算されます。調整作業やデータ書き出しの前に、有効なセットが実際に使用するパンチングと一致しているか必ず確認してください。











Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

パンチング厚の編集と組み合わせの自動選択

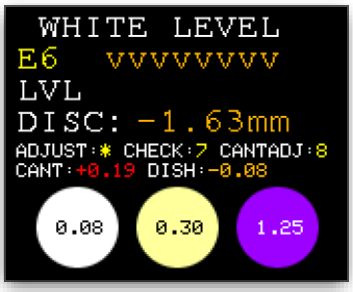
編集画面では「NEXT: *」で次の項目へ進みます。左右キーで 0.01 mm 単位の微調整、上下キーで 0.10 mm 単位の粗調整を行います。数字キー 0 を押すと、その厚さの計算対象としての有効／無効を切り替えられます。無効にした厚さは灰色で表示され、推奨組み合わせには含まれません。

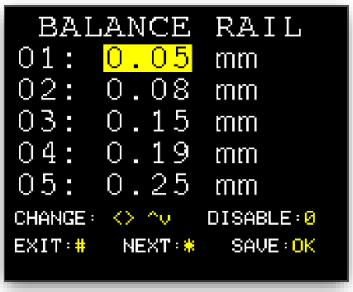
「SAVE: OK」で値を保存し、「EXIT: #」で編集画面を閉じます。変更内容を保持したい場合は、閉じる前に必ず保存してください。バランスパンチングとフロントパンチングはそれぞれ独立したリストで管理されます。

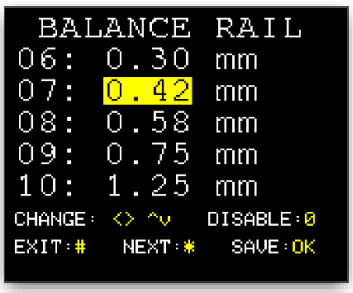
図の例では、前章で実測した厚さ（0.12 mm の代わりに 0.15 mm、0.20 mm の代わりに 0.19 mm など）を入力しています。BALANCE RAIL は2ページ計10項目、FRONT RAIL は3ページ計13項目あり、「NEXT: *」でページ送りも行えます。

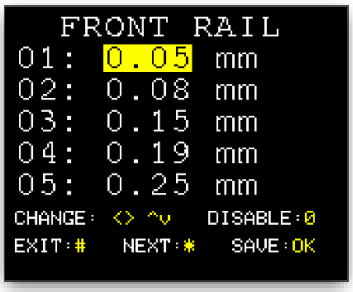
PMPは有効になっている厚さの中から最適な組み合わせを自動で選択します。先の WHITE LVL の例では、0.20 mm の修正に 0.05 + 0.15 mm、0.24 mm に 0.05 + 0.19 mm が選ばれています。また、D7 の LIVE DIP の例では 1.03 mm の偏差に対して 0.30 + 0.75 mm（合計 1.05 mm）が提案されており、パンチング選択の許容範囲内に収まっています。

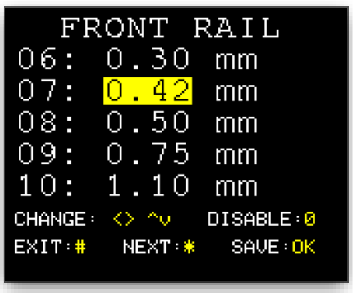
必要に応じて最大3枚までの組み合わせが表示されます。下の追加例では、1.63 mm の修正に 0.08 + 0.30 + 1.25 mm が示されています。PMPは2枚以内で十分一致する組み合わせを優先し、それでは精度が不足する場合にのみ3枚の組み合わせを採用します。手元に在庫がない厚さは 0 で無効にしておき、提案されないようにしてください。

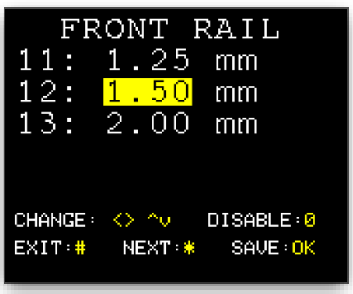






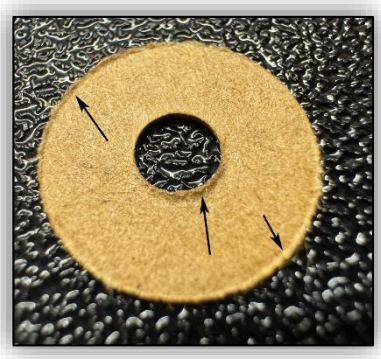






Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.10.1 紙パンチングの正しい測定と保管

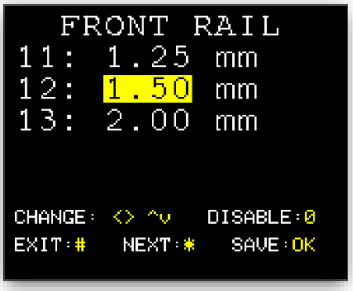


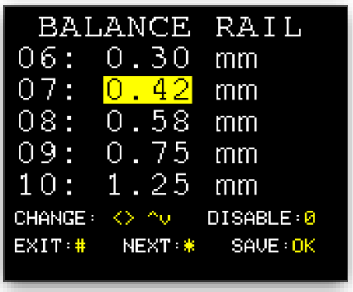
各厚さの紙パンチングは、複数枚をデジタルノギスで正確に実測しておくことをお勧めします。同一ロット内では比較的均一でも、公称値とは異なる場合があります。例えば公称 0.12 mm の緑パンチングが実際には 0.15 mm あるケースも珍しくありません。

測定時は打ち抜き加工による縁のバリ（盛り上がり）が測定値を狂わせないよう、小さなローラーなどで軽く平らにならしてから測ってください。ノギスの測定圧も強すぎず弱すぎず、適切な力加減で実測値を把握します。同様に、実際の鍵盤ならし作業でも、パンチングを入れた鍵をバランスレールへしっかり押し付けてバリを即座につぶしておくことが非常に重要です。軽くピンに載せただけでは鍵前端が最初わずかに高く仕上がり、しばらく弾き込んだ後で紙が沈み込んで鍵が下がり、結果として鍵盤全体をやり直す手間が生じてしまいます。

さらに、紙パンチングは乾燥した状態で保管してください。湿度が高いと紙の厚さが変化します。保管ケースの中に小型のシリカゲル乾燥剤を入れておくと、余分な湿気を吸収して寸法を安定させることができます。

鍵盤比を正しく設定しているにもかかわらず、特定の厚さのパンチングを使ったときに毎回鍵が高すぎたり低すぎたりする場合は、そのパンチングの設定厚を修正してください。





バランスパンチング									
0.05	0.08	0.15	0.19	0.25	0.30	0.42	0.58	0.75	1.25

フロントパンチング												
0.05	0.08	0.15	0.19	0.25	0.30	0.42	0.50	0.75	1.10	1.25	1.50	2.00

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.11 鍵盤比の測定



「key level」機能を呼び出すたびに、既存データセットの読み込みか新規測定かに関係なく、鍵盤比を調整できます。
本体に登録されている白鍵・黒鍵それぞれの鍵盤比を方向キーで編集できます。PMP の鍵盤比は「後腕長 ÷ 全長」です。鍵の前方測定点の高さ偏差から、バランスレールで必要となる紙パンチングの厚さを求めるための比です。

$$\text{鍵盤比} = \frac{\text{後腕長}}{\text{全長}}$$





後腕長（REAR）：鍵の後方支点（バックレールクロスの中央）からバランスピン穴の中心までの距離。

全長（TOTAL）：同じ後方支点から、鍵前端の測定点（レーザーで鍵盤高さを測定する位置）までの距離。

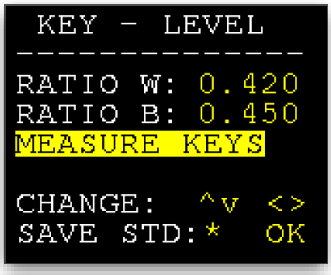
鍵盤比のわずかな差が結果に与える影響は、想像するほど大きくはありません。多くのピアノにおおよそ適合する標準値 0.42 のままでも、紙パンチング厚はかなり正確に算出されます。より高い精度を求める場合は、巻尺で手動測定してメニューへ入力するか、便利な自動測定機能「MEASURE KEYS」をご利用ください。

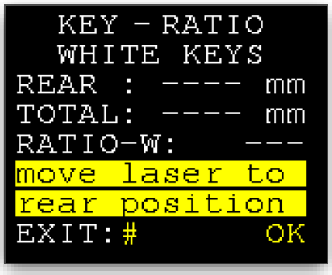
メニューで方向キーを使って「MEASURE KEYS」を選択します。できるだけ曲がり（寄せ）の少ないまっすぐな鍵を1本選び、鍵盤手前側に横向きに置いて、レーザーで以下の3点を順番に測定します。

手順 1（後方）：鍵の後方支点（バックレールクロスが当たる位置の中央）にレーザースポットを合わせ、OK を押します。位置がゼロリセットされ、0.00 mm と表示されます。

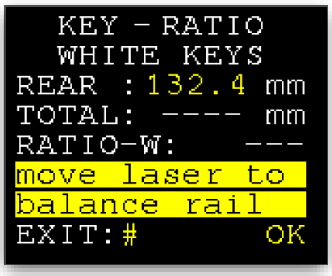
手順 2（中央）：既存のバランスピン穴の中心にレーザースポットを合わせ、OK で確定します。画面に後腕長（REAR）が表示されます。

手順 3（前方）：鍵盤高さの測定時と同じ鍵前端の測定位置にレーザースポットを合わせます。画面に全長（TOTAL）が表示されます。

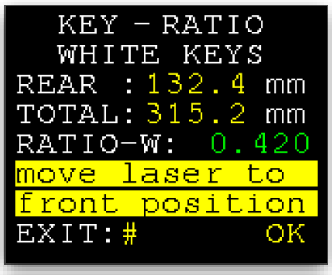
















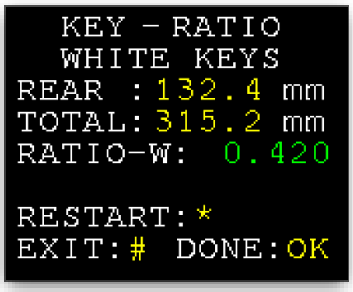
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

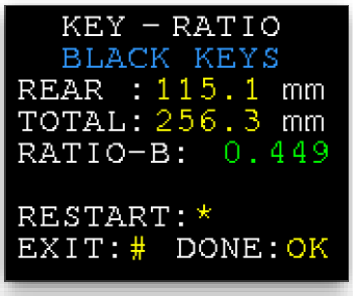
算出された白鍵の鍵盤比（RATIO-W）が自動で表示されます。OK を押して値を採用し、続いて同じ手順で黒鍵の鍵盤比も測定します。通常、黒鍵の鍵盤比は白鍵よりわずかに大きくなります。

アスタリスクキー（*）を押すと、設定した値が本体の標準値として保存され、次回再起動時から自動適用されます。ただし、保存済みのデータセットを読み込んだ場合は、そのデータセット保存時の鍵盤比が復元されます。

OK キーを押して設定画面を閉じます。

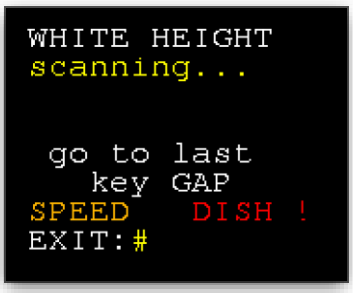
紙パンチングで鍵盤ならしを行う前に、実測した鍵盤比を必ず設定してください。スキャン後からでも変更でき、変更すると評価色と推奨パンチング厚が自動で再計算されます（「評価色とくぼみ補正」を参照）。





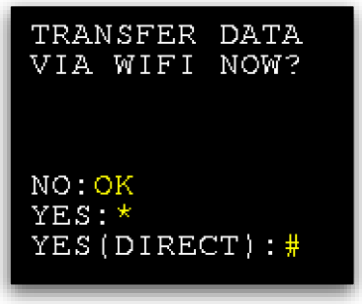






Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.12 新しいウェブインターフェースでKEYSを開く



ウェブブラウザーで KEYS を開くと、鍵盤のそばで測定データとグラフを確認できます。iPhone、iPad、ノート PC などで利用でき、Excel は不要です。説明中のボタン名は実際の画面に従い、一部の図では画面上の項目を日本語で示します。

1. 測定データの準備

Key Level の測定を完了するか、スロットから既存データセットを読み込みます。画面に「TRANSFER DATA VIA WIFI NOW?」が表示されたら、* または # で接続方式を選択します。

2. ローカルWi-Fiで接続する（キー *）



PMPを保存済みのローカルWi-Fi（工房のルーターなど）へ接続し、スマートフォン・タブレット・ノートPCも同じネットワークに接続します。「HOME WIFI MODE」画面にネットワーク名と、ルーターから割り当てられたアドレス（PMP IP）が表示されます。

3. お客様先でダイレクト接続する（キー #）

ローカル Wi-Fi がない場合も、PMP 独自の Wi-Fi を使用できます。
を押してダイレクト接続を有効にします。表示端末の Wi-Fi 設定で、PMP の画面の CONNECT TO の下に表示されたネットワーク名を選びます。初期パスワードは 12345678 です。変更した場合は設定済みのパスワードを使用してください（settings を参照）。



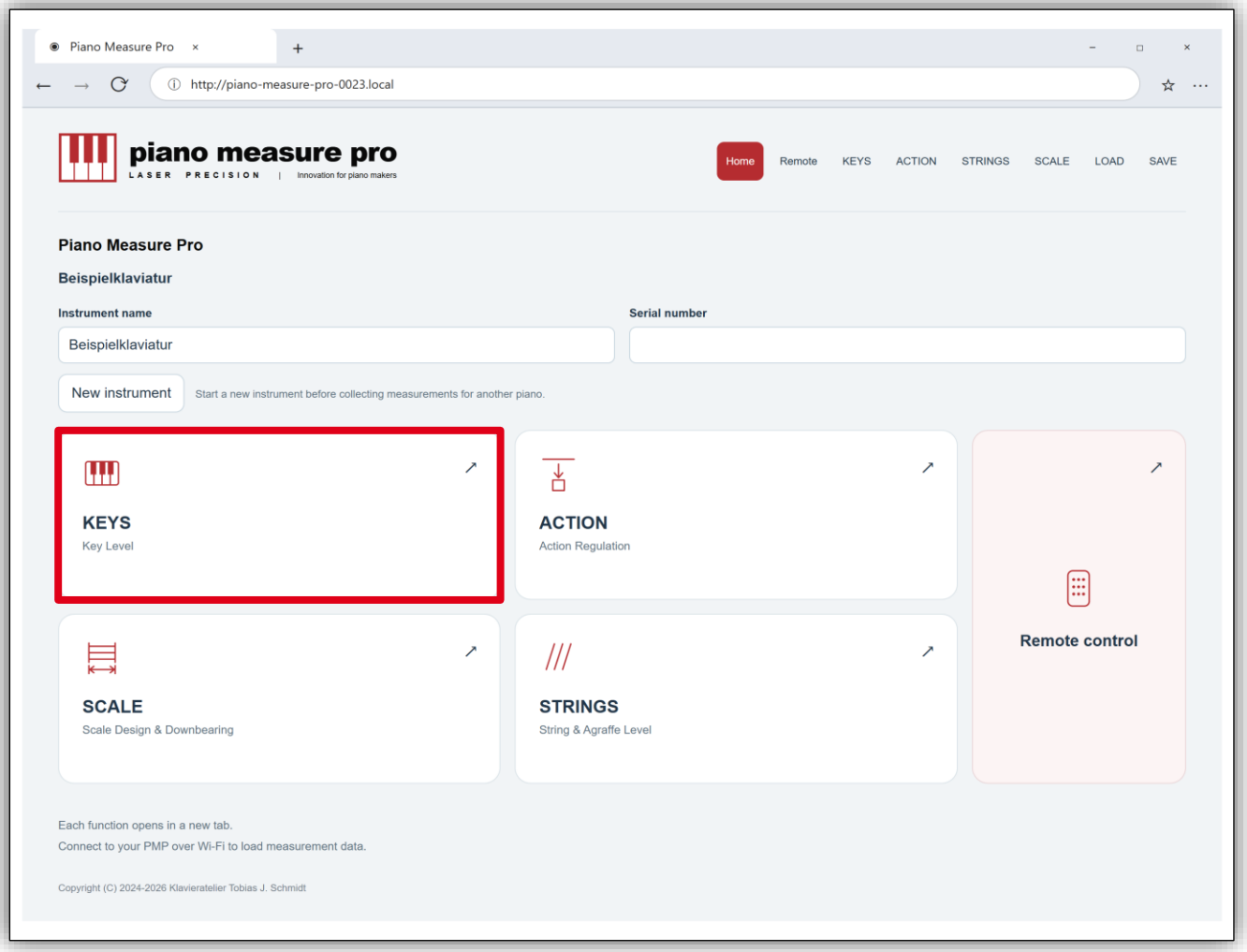
4. ブラウザーでスタートページを開く

ローカルWi-Fi経由の場合は、PMPに表示されている IP アドレス、または機器名の末尾に .local を付けたアドレス（例：http://piano-measure-pro-0023.local）をブラウザーで開きます。PMPへのダイレクト接続時は http://192.168.4.1 を開きます。スタートページが表示されたら「KEYS」を選択します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

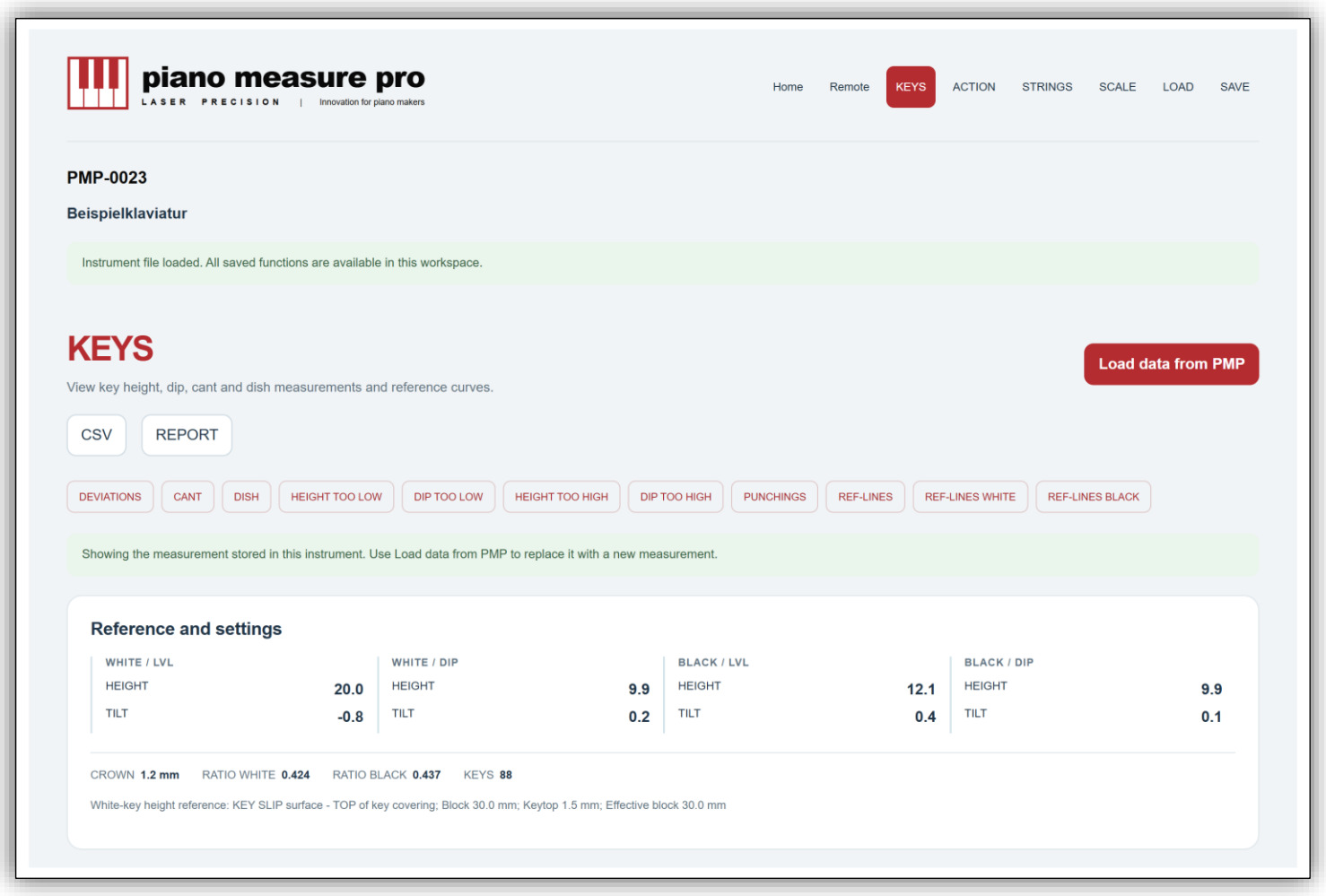
スタートページでKEYSを選択する

楽器情報の下にある赤枠の「KEYS」タイルを選択すると、分析画面が新しいブラウザータブで開きます。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

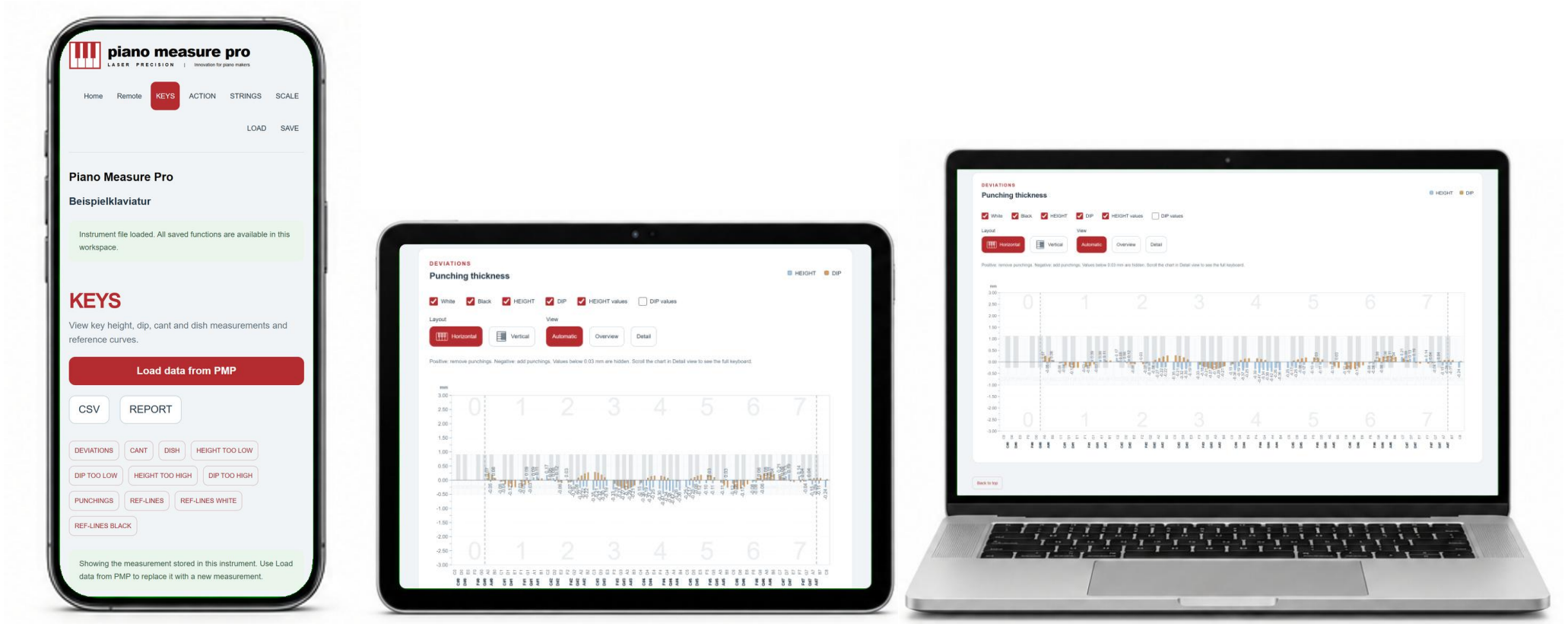
KEYSを開いて測定データを読み込む



「Load data from PMP」をクリックすると、PMP本体から現在のデータセットを読み込みます。保存済みの楽器ファイルを開く場合は「LOAD」を使用します。読み込みが完了したら、PMP本体で「FINISH: OK」を押してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

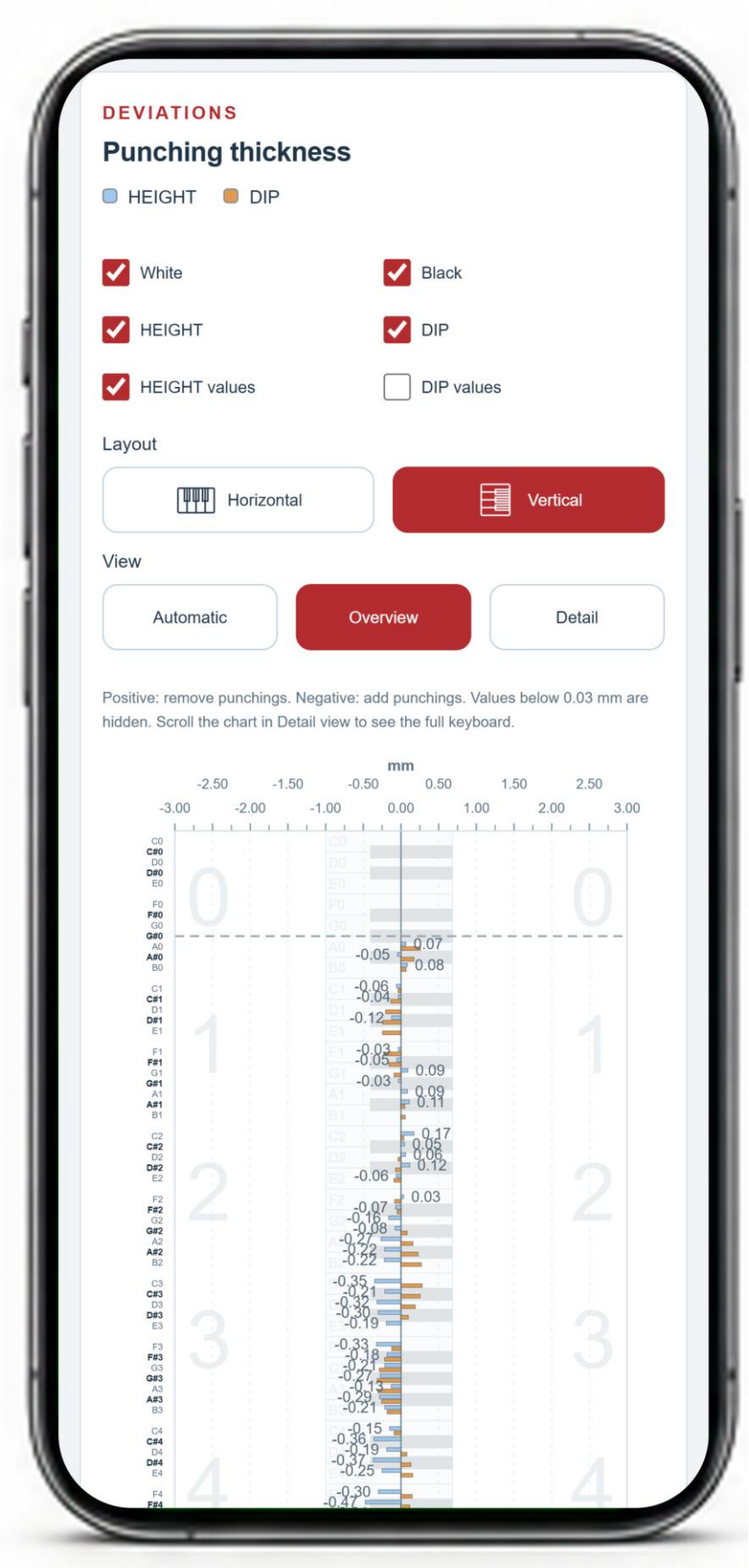
iPhone、iPad、ノートPC／デスクトップPCでのKEYS表示



画面レイアウトは使用端末に応じて自動最適化されます。大きなデスクトップ画面では横幅いっぱいにグラフが表示され、スマートフォンではコンパクトに表示され、必要に応じてグラフ内をスクロールして確認できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

スマートフォンでのDEVIATIONSグラフ（縦表示）



縦表示（Vertical）の DEVIATIONS 画面におけるサンプル測定例です。グラフ内を下にスクロールすると、残りの鍵も確認できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.12.1 測定基準と設定の確認

以下の各画面は、白鍵52鍵・黒鍵36鍵（計88鍵）のサンプル測定例を示しています。



「HEIGHT」は目標とする基準高さまたは鍵盤深さです。「WHITE / LVL」は選択した支持面に対する白鍵高さ、「BLACK / LVL」は白鍵に対する黒鍵高さ、「WHITE / DIP」と「BLACK / DIP」はそれぞれ白鍵・黒鍵の設定鍵盤深さを示します。

「TILT」は鍵盤全体にわたる各基準曲線の傾き、「CROWN」は基準曲線のクラウン量（反り）を表します。「RATIO WHITE」と「RATIO BLACK」は、高さ偏差をバランスレール上の紙パンチング厚へ換算するための鍵盤比です。

測定基準の確認

図の例では「White-key height reference」が KEY SLIP / TOP になっており、口棒の支持面から白鍵表面材の上面までを測定したことが分かります。「Block 30.0 mm」は使用した基準ブロックの高さです。表示された基準が実際の設置条件および基準位置と一致しているか確認してください。

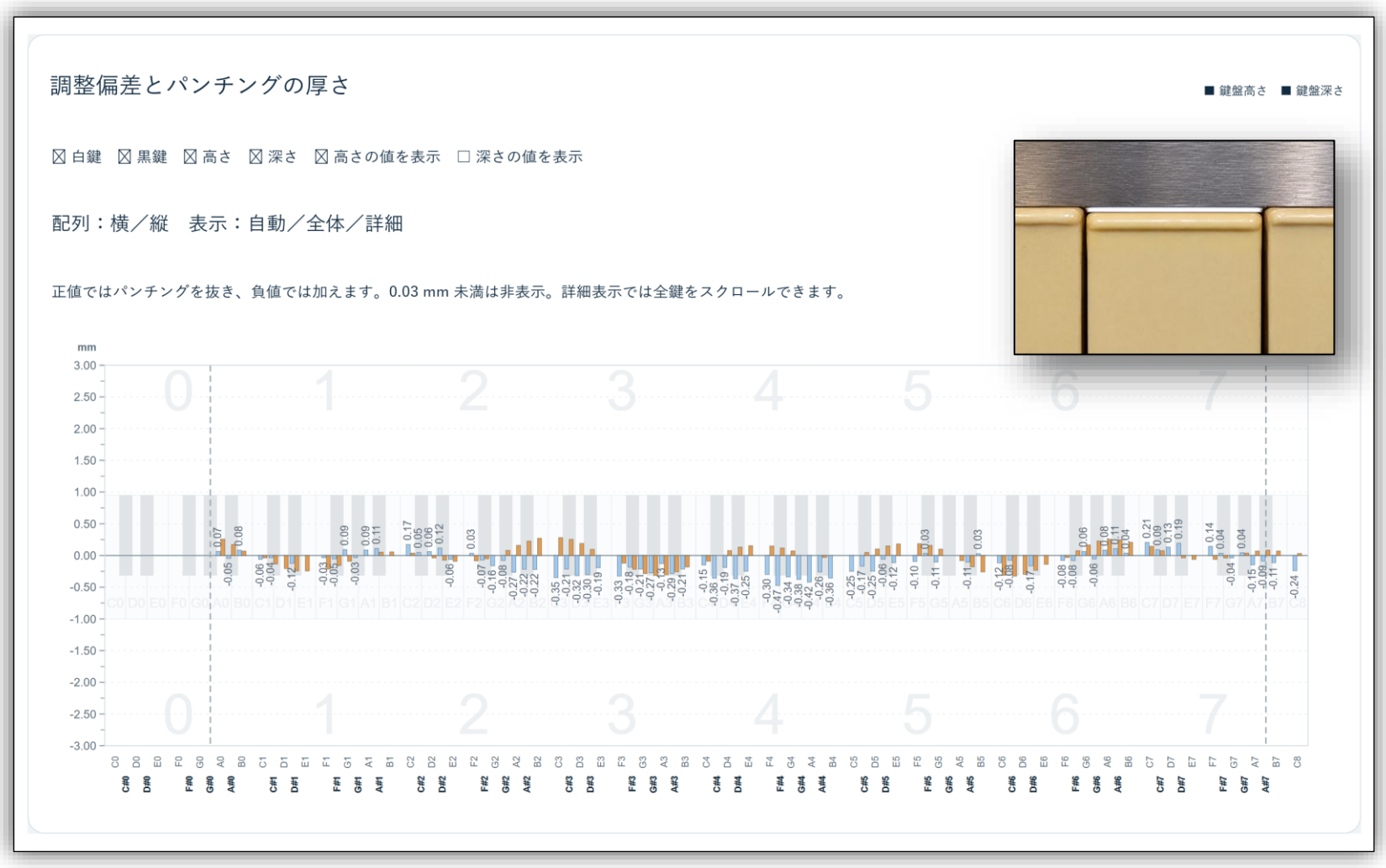
データセットの保存と後日の照合

「SAVE」は測定基準を含む楽器データ全体を .pmp ファイルとして保存し、「REPORT」は HTML レポートを生成します。

「CSV」には各鍵の個別測定値と測定基準の情報が出力されます。後日あらためて測定結果を比較する前には、支持面と基準位置が同一であることを必ず確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

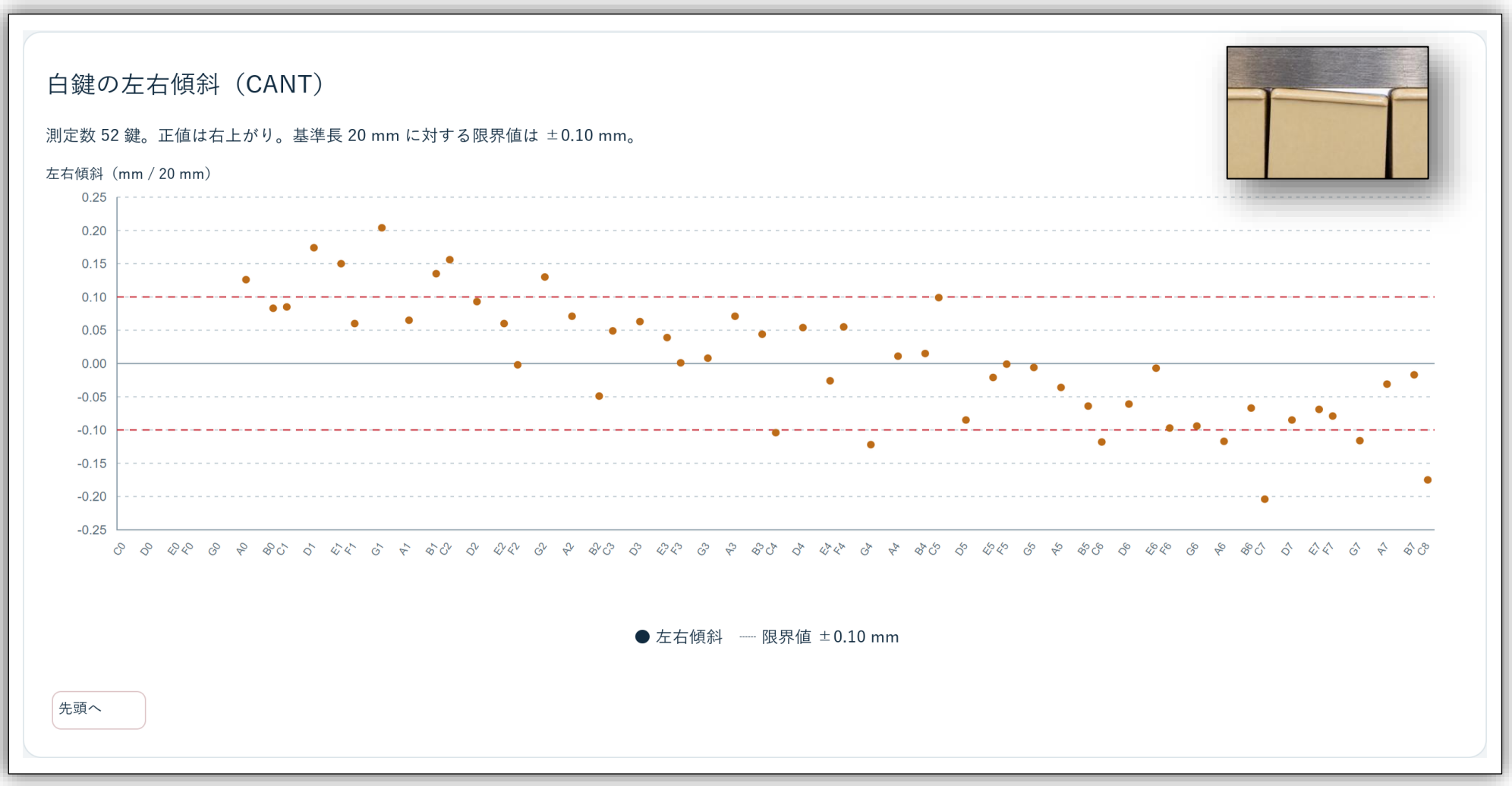
4.12.2 全体把握のためのDEVIATIONS活用



棒グラフによって偏差の分布と大きさを一目で把握できます。水色が HEIGHT（鍵盤高さ）、オレンジ色が DIP（鍵盤深さ）です。実際に必要な紙パンチングは、続いて「HEIGHT TOO LOW / HIGH」および「DIP TOO LOW / HIGH」の各表で確認します。写真の例は中央の鍵が低い状態を示しています。鍵盤上面は平坦で左右水平のため、鍵幅全体にわたって均一な幅の光の隙間が見えます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

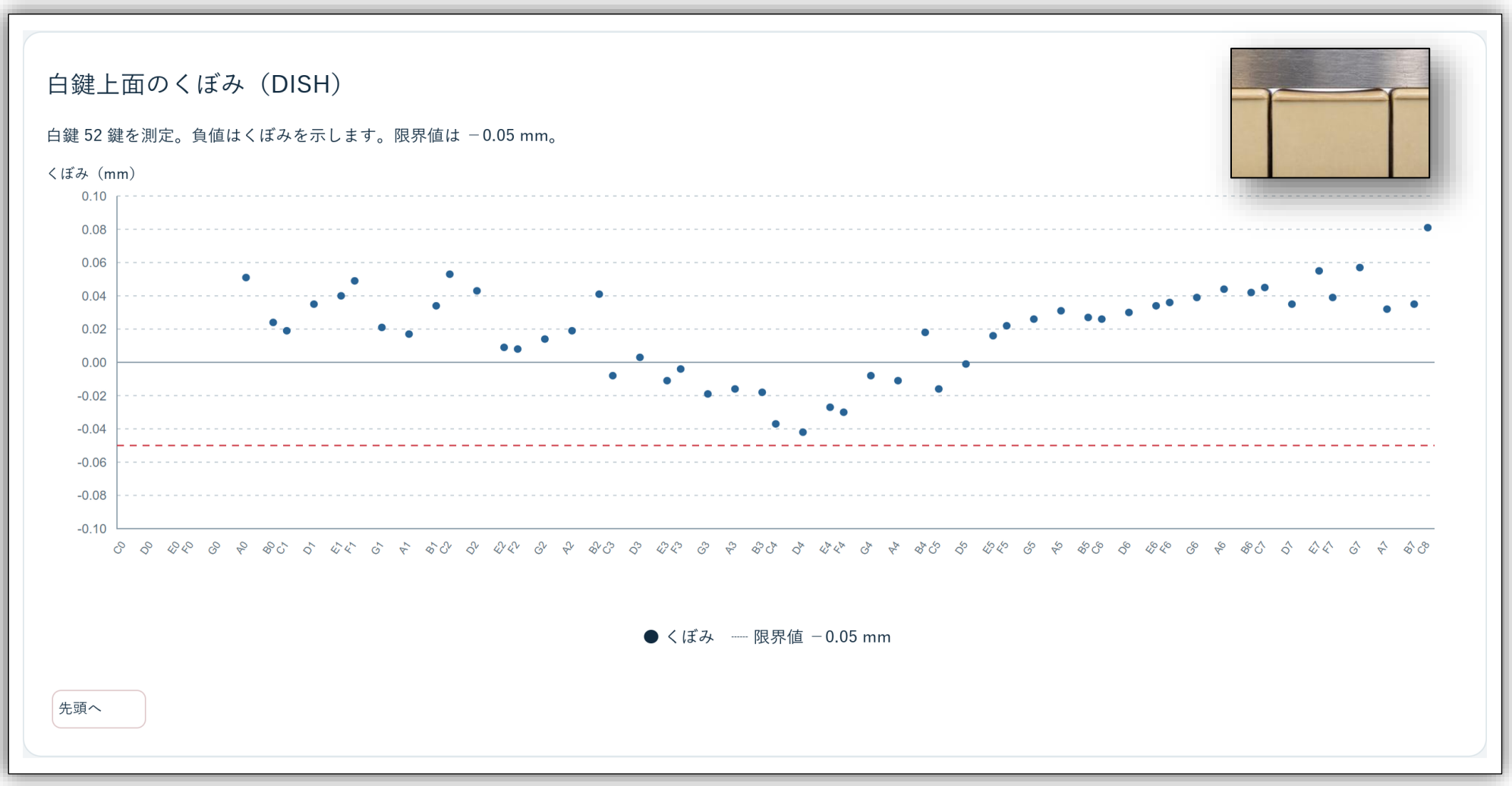
CANT：白鍵の左右傾斜



CANT は鍵幅 20 mm に換算した各白鍵の左右傾斜を示します。正の値は右側が左側より高いことを意味します。赤の破線は ± 0.10 mm の限界線を示しています。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

DISH：白鍵の上面形状



DISH グラフでは、摩耗してくぼんだ鍵盤表面材がゼロ線より下にプロットされます。破線の限界値は -0.05 mm であり、この線より下の点は深いくぼみを示しています。くぼみ補正機能（Dish-Correction）を用いることで、こうした鍵でも高さが残っている左右の縁付近を基準として正確に鍵盤ならしを行えます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.12.3 作業工程に応じたパンチングの選択

4つの一覧表は、バランスピン側／フロントピン側および追加／抜き取りの工程ごとに整理されています。各見出しには行う作業内容と対象鍵数が明記されます。

HEIGHT TOO LOW：57鍵にバランスパンチングを追加する。

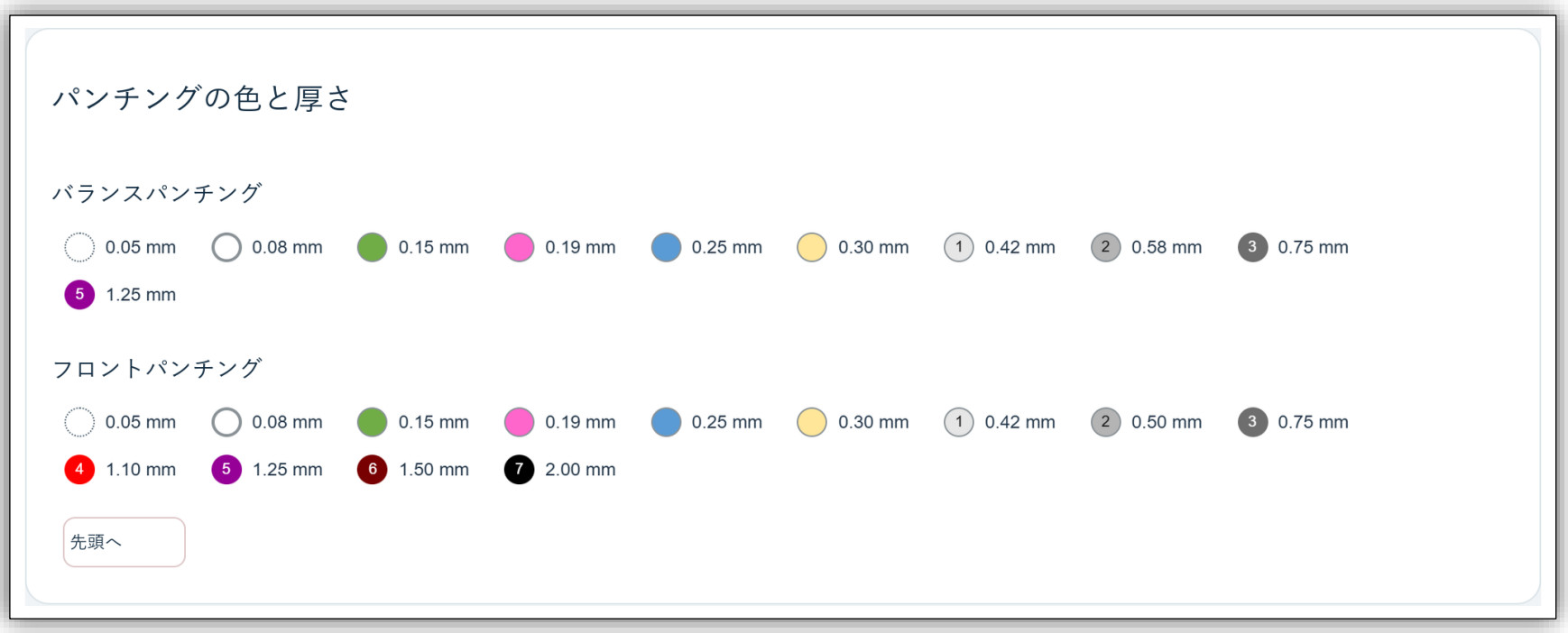
HEIGHT TOO HIGH：22鍵からバランスパンチングを抜く。

DIP TOO LOW：34鍵にフロントパンチングを追加する。

DIP TOO HIGH：40鍵からフロントパンチングを抜く。

サンプル例におけるパンチングの色凡例

以下の架空の測定例は、まだ鍵盤ならしを行っていない鍵盤で多様な厚さのパンチングが必要となるケースを示しています。

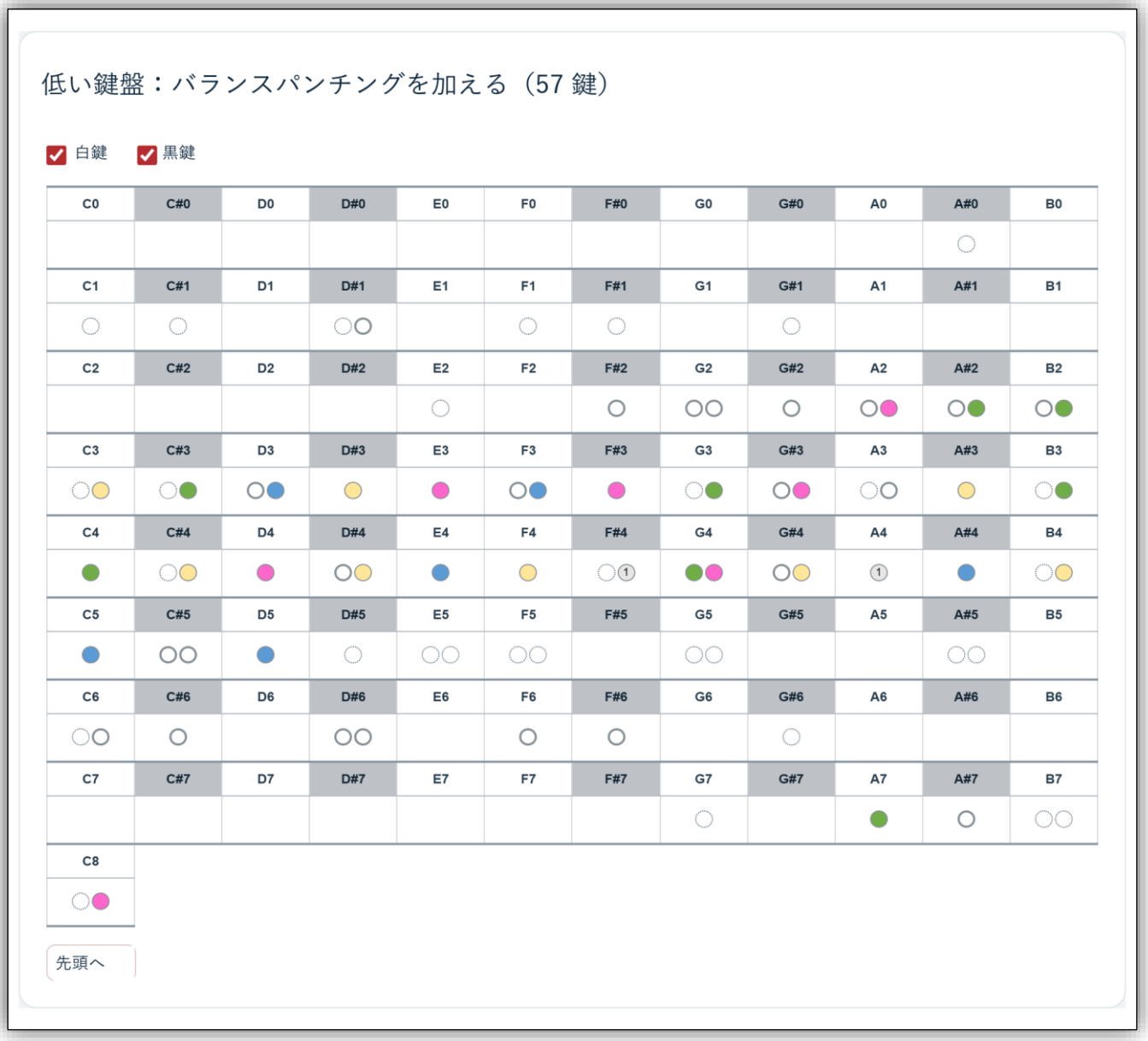


鍵盤高さには上段の「Balance rail punchings（バランスパンチング）」、鍵盤深さには下段の「Front rail punchings（フロントパンチング）」の凡例を参照してください。丸の中の数字は厚いパンチングの識別番号を表します。現時点では色の自由変更はできませんが、今後のアップデートで対応予定です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

実例：バランスパンチングの追加

「HEIGHT TOO LOW」に修正対象の57鍵が表示されます。第4オクターブの C4 から F4 を見ると、C4 は緑（0.15 mm）、D4 はピンク（0.19 mm）、E4 は青（0.25 mm）、F4 は黄（0.30 mm）となっています。



バランスパンチングの追加一覧です。各行が1オクターブに対応し、「White」と「Black」のチェックボックスで白鍵・黒鍵を絞り込めます。1つの音名の下に複数の丸が並んでいる場合は、それらを組み合わせて使用します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

第4オクターブを鍵種別（白鍵・黒鍵）に表示する

白鍵のみ表示：「White」をオン、「Black」をオフにします。



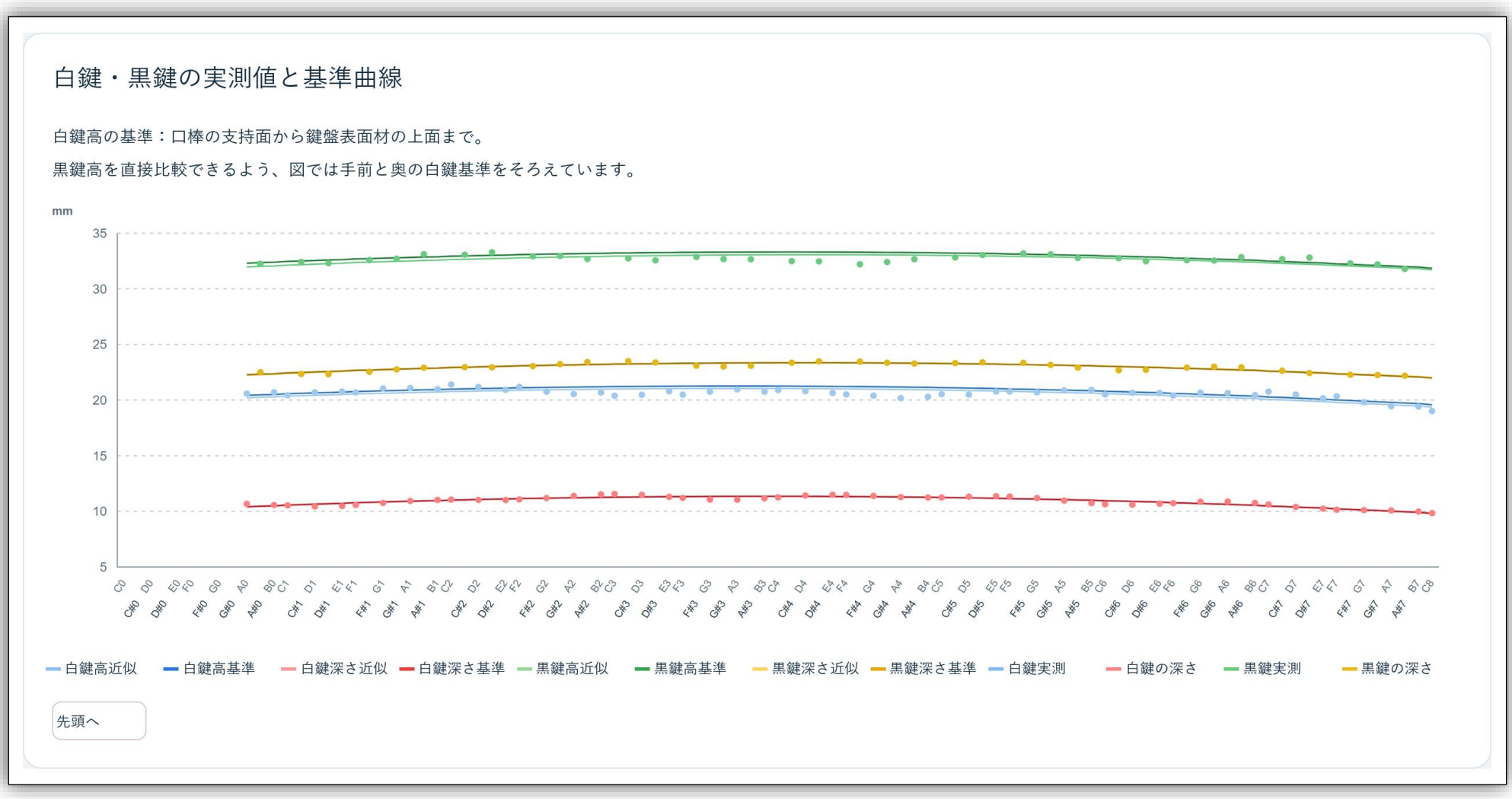
黒鍵のみ表示：「Black」をオン、「White」をオフにします。



E4 の提案値の算出例：このサンプルでは E4 鍵が基準より 0.589 mm 低い状態です。白鍵の鍵盤比 0.424 を掛けて四捨五入すると 0.25 mm となります。バランスピンに青いパンチング（0.25 mm）を1枚入れ、再測定して確認します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

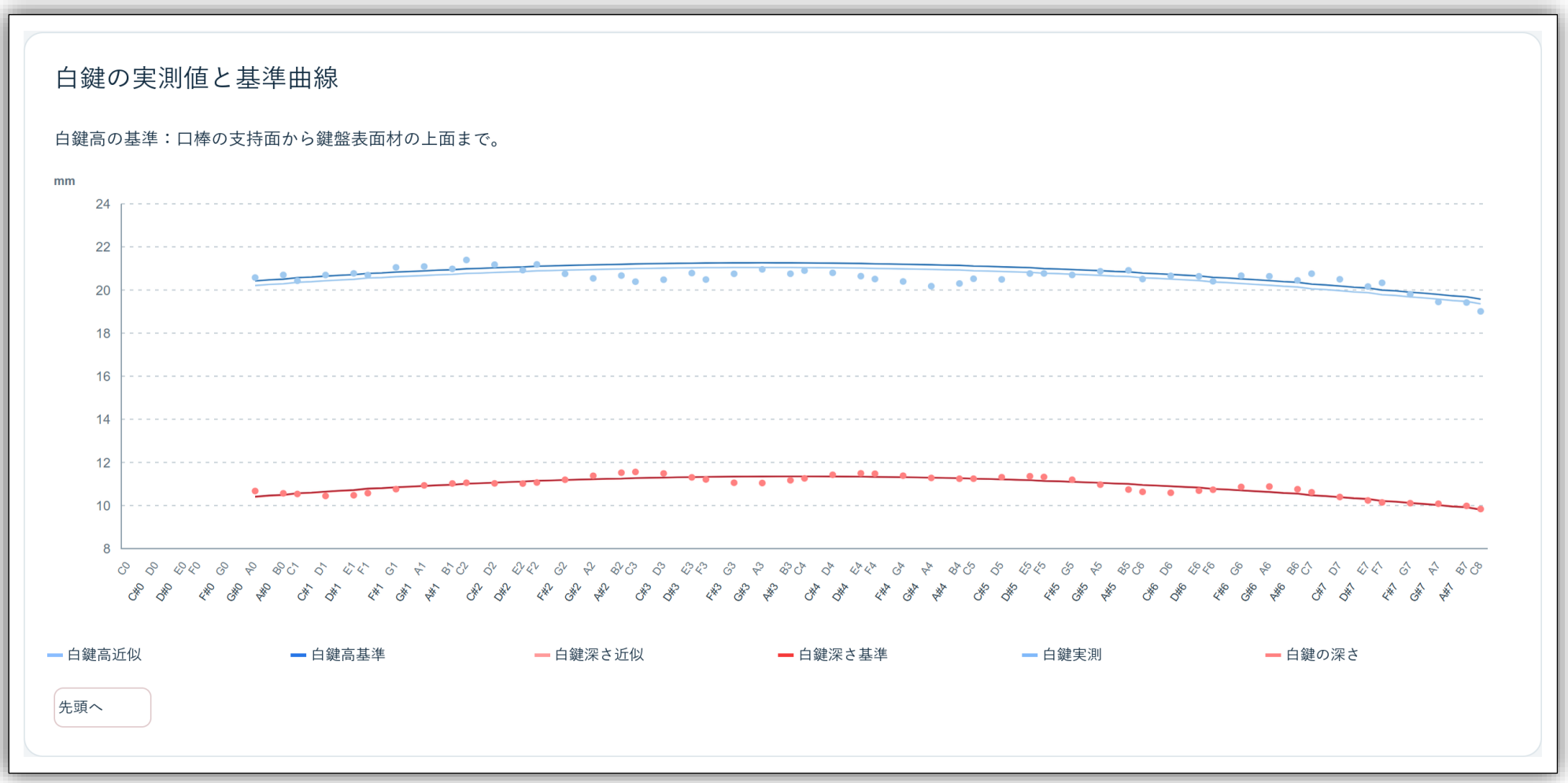
4.12.4 基準曲線の比較



「REF-LINES」は白鍵と黒鍵をまとめて表示します。黒鍵が白鍵よりどれだけ高いかを直接比較できるよう、この画面では手前側と奥側の白鍵基準をそろえて表示しています。「REF-LINES WHITE」と「REF-LINES BLACK」では白鍵・黒鍵を分けて表示でき、黒鍵ビューでは奥側の白鍵基準が用いられます。「REG」は実測点から自動算出された最適近似放物線、「REF」は技術者が設定した目標基準曲線です。HEIGHT（高さ）、TILT（傾き）、CROWN（クラウン）を変更すると両曲線に差が生じます。実際の整調では、各実測点と設定した REF 曲線との差に基づいて修正を行います。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

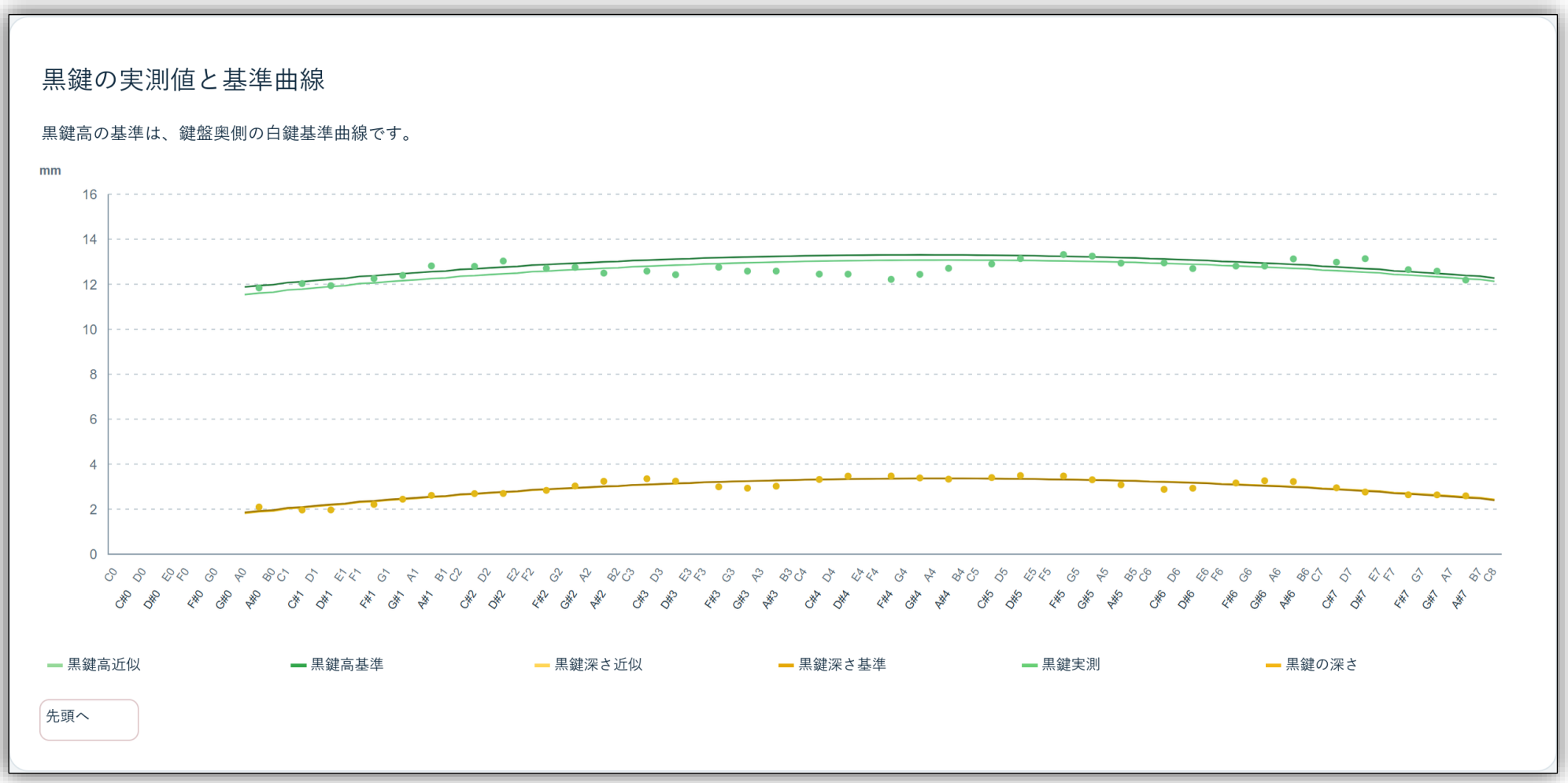
REF-LINES WHITE：白鍵



上側の点群は静止状態の白鍵（この例では口棒から約 20 mm の高さ）、下側は押し下げた状態の白鍵を示しています。このサンプル例では技術者が目標高さを高めに設定しているため、濃い青色の「REF WHITE」が水色の近似放物線「REG WHITE」より上に位置しています。高さ修正量は、各点と REF WHITE との差から決定されます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

REF-LINES BLACK：黒鍵

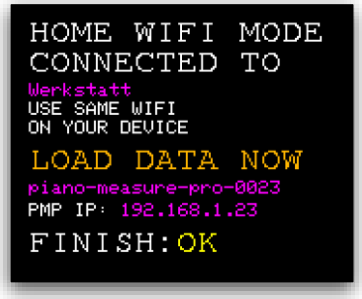


黒鍵の高さは奥側の白鍵基準に対して測定されます。静止位置と押下位置のそれぞれを、対応する基準曲線と比較してください。

各点は個々の鍵の位置、曲線は鍵盤全体の設定目標ラインを示しています。まず全体像から修正が必要な音域を把握し、該当するパンチング一覧表を開いて調整作業を行ってください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.13 Excelによるデータセットの分析（旧方式）

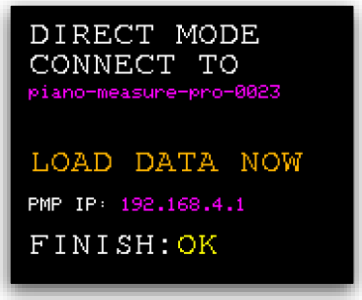


保存または読み込み後に「TRANSFER DATA VIA WIFI NOW?」が表示されたら、* でローカルWi-Fi転送、# でダイレクト接続を選択します（OK でスキップ）。Excel への取り込みが完了してから、PMP本体で「FINISH: OK」を押してください。

Excel 上で測定結果をグラフ化して分析できるほか、オクターブごとに各音へ必要な紙パンチングを色分け表示した一覧表も作成できます。

作成した色分け表はスクリーンショットでスマートフォンやタブレットへ転送すれば、工房やピアノのそばで直接確認しながら作業できます。

4.13.1 Wi-Fi接続の確立



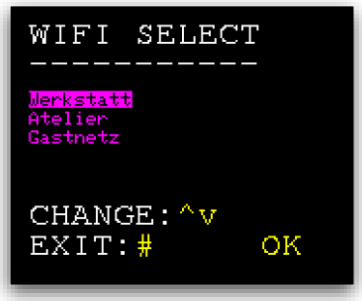
本体とコンピューターの接続方法は次の2通りです。

既存のローカルWi-Fi経由での接続（NORMAL WIFI MODE）：

* を押して転送を選択すると、本体は保存済みのローカルWi-Fiへの接続を試みます。実際に本体画面へ表示された接続モードに従って操作してください。

ローカルWi-Fiとパスワードの初回登録手順は「ローカルWi-Fiの設定」を参照してください。従来の Excel ブックを使用する場合は、その接続方式に合わせてブック側の設定を選択します。

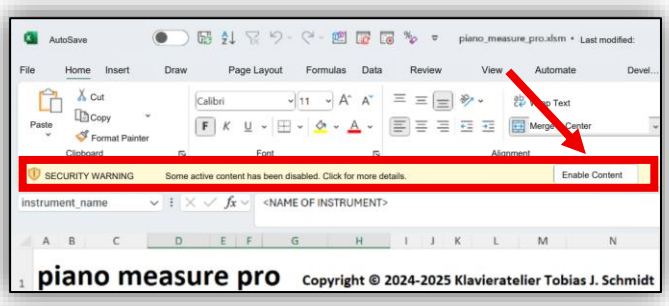
ローカルWi-Fiを使わないダイレクト接続（DIRECT SOFT AP）：



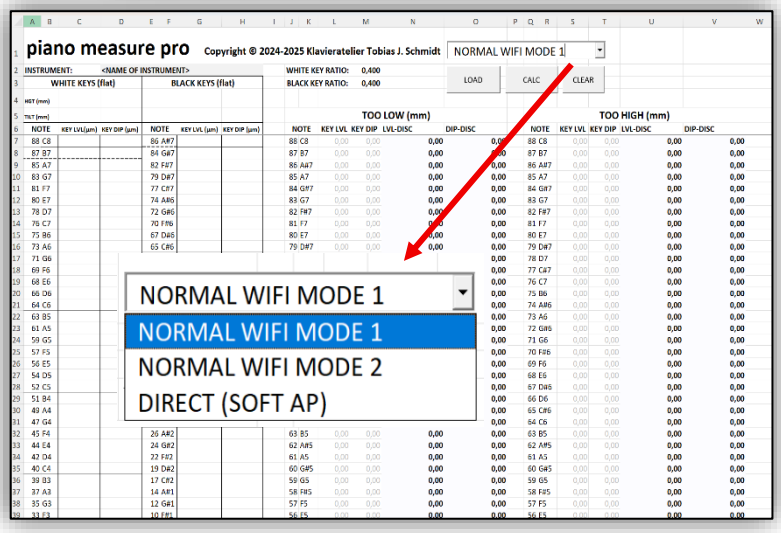
利用できる Wi-Fi ネットワークがない場合は、PMP と PC を直接接続できます。Windows ではタスクバーの Wi-Fi アイコン、macOS ではメニューバー右上の Wi-Fi メニューからネットワーク一覧を開きます。表示名の例は、1号機（SENSOR 1）が piano-measure-pro-0023、2号機（SENSOR 2）が piano-measure-pro-2-2024 です。末尾は本体の製造番号です（第2.8節）。設定で変更していなければ、初期パスワードは 12345678 です。対象のネットワークに接続し、次節の手順でデータを転送します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.13.2 本体からのデータ読み込み



Excel ブックを開いたら、マクロ機能が有効になっていることを確認してください。通常は画面上部に黄色い警告バーが表示されるため、「コンテンツの有効化（Enable Content）」をクリックします。これを有効にしないとデータ転送が動作しません。警告バーが表示されない場合はマクロが完全に無効化されている可能性があるため、「ファイル ＞ オプション ＞ トラスト センター ＞ マクロの設定」を確認し、変更後に Excel を再起動してください。



「DATA」シートの右上にあるプルダウンから接続モードを選択します。ローカルWi-Fi経由の場合は1号機なら「NORMAL WIFI MODE 1」、2号機なら「NORMAL WIFI MODE 2」を選びます。PCと本体を直接接続している場合は「DIRECT (SOFT AP)」を選択してください。

「LOAD」ボタンをクリックすると、全データセットが自動でシートに取り込まれます。初回で読み込みに失敗した場合は、もう一度クリックしてやり直してください。

4.13.3 「DATA」シート

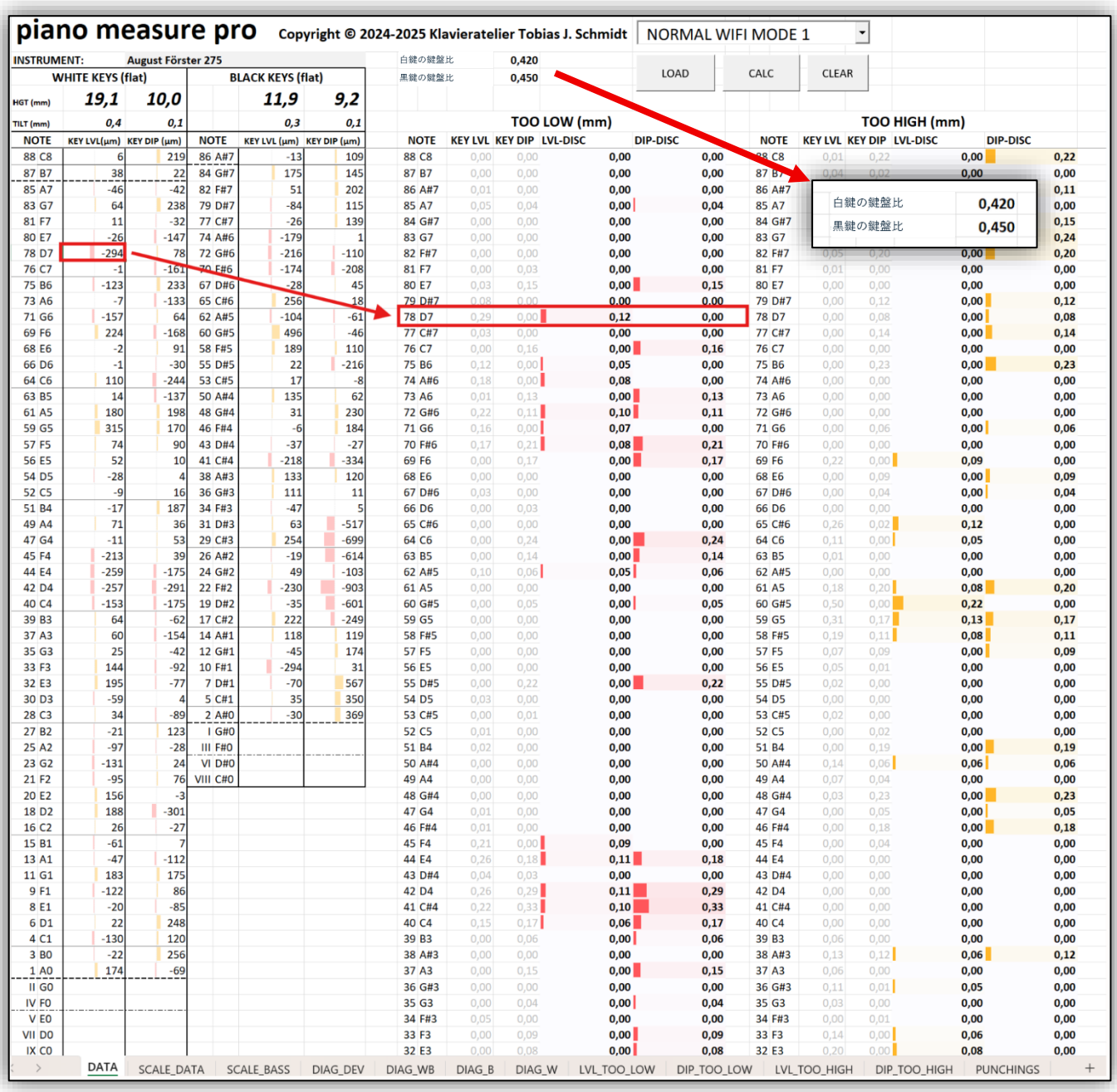
データを読み込むと、「DATA」シートに測定結果が表形式で表示されます。

- 下方向への偏差（鍵が低すぎる、または鍵盤深さが深すぎる）は赤いバーで表示されます。
- 上方向への偏差（鍵が高すぎる、または鍵盤深さが浅すぎる）は黄色のバーで表示されます。

左側の各列では、偏差がマイクロメートル（1/1000 mm）単位で表示されます。

例えば D7 の「-294」は、基準より 0.294 mm 低い（鍵が低すぎる）ことを意味します。

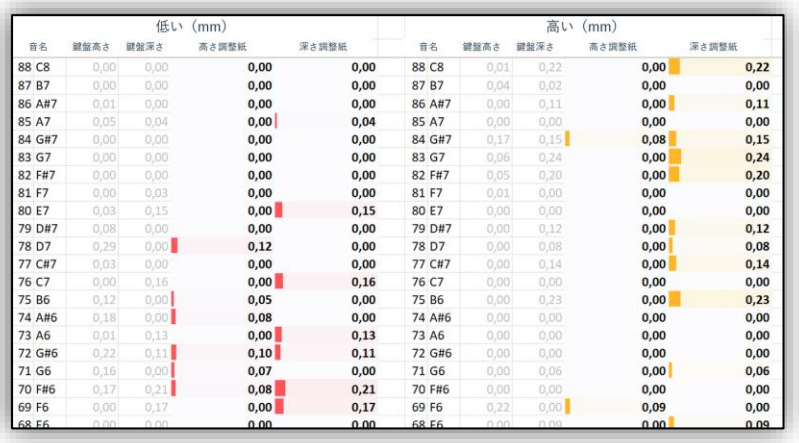
WHITE KEY RATIO が 0.42 の場合、計算上必要な紙パンチング厚は 0.123 mm となります。この厚さをバランスピンに追加すると鍵前端が 0.294 mm 持ち上がり、基準曲線に一致します。



右側には次の2つの欄があります。

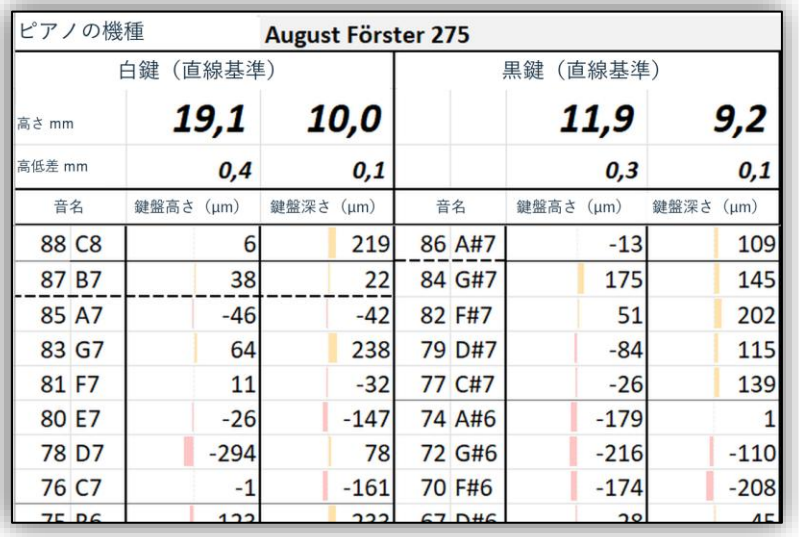
- TOO LOW（偏差は赤色）
- TOO HIGH（偏差は黄色）

これらの欄には、左側の測定値を白鍵・黒鍵それぞれの鍵盤比（KEY RATIO）に基づいて換算した値（LVL-DISC / DIP-DISC）が、mm 単位で表示されます。



低い（mm）					高い（mm）				
音名	鍵盤高さ	鍵盤深さ	高さ調整紙	深さ調整紙	音名	鍵盤高さ	鍵盤深さ	高さ調整紙	深さ調整紙
88 C8	0,00	0,00	0,00	0,00	88 C8	0,01	0,22	0,00	0,22
87 B7	0,00	0,00	0,00	0,00	87 B7	0,04	0,02	0,00	0,00
86 A#7	0,01	0,00	0,00	0,00	86 A#7	0,00	0,11	0,00	0,11
85 A7	0,05	0,04	0,00	0,04	85 A7	0,00	0,00	0,00	0,00
84 G#7	0,00	0,00	0,00	0,00	84 G#7	0,17	0,15	0,08	0,15
83 G7	0,00	0,00	0,00	0,00	83 G7	0,06	0,24	0,00	0,24
82 F#7	0,00	0,00	0,00	0,00	82 F#7	0,05	0,20	0,00	0,20
81 F7	0,00	0,03	0,00	0,00	81 F7	0,01	0,00	0,00	0,00
80 E7	0,03	0,15	0,00	0,15	80 E7	0,00	0,00	0,00	0,00
79 D#7	0,08	0,00	0,00	0,00	79 D#7	0,00	0,12	0,00	0,12
78 D7	0,29	0,00	0,12	0,00	78 D7	0,00	0,08	0,00	0,08
77 C#7	0,03	0,00	0,00	0,00	77 C#7	0,00	0,14	0,00	0,14
76 C7	0,00	0,16	0,00	0,16	76 C7	0,00	0,00	0,00	0,00
75 B6	0,12	0,00	0,05	0,00	75 B6	0,00	0,23	0,00	0,23
74 A#6	0,18	0,00	0,08	0,00	74 A#6	0,00	0,00	0,00	0,00
73 A6	0,01	0,13	0,00	0,13	73 A6	0,00	0,00	0,00	0,00
72 G#6	0,22	0,11	0,10	0,11	72 G#6	0,00	0,00	0,00	0,00
71 G6	0,16	0,00	0,07	0,00	71 G6	0,00	0,06	0,00	0,06
70 F#6	0,17	0,21	0,08	0,21	70 F#6	0,00	0,00	0,00	0,00
69 F6	0,00	0,17	0,00	0,17	69 F6	0,22	0,00	0,09	0,00
68 E6	0,00	0,00	0,00	0,00	68 E6	0,00	0,09	0,00	0,09

シート左上には技術者が楽器名を入力でき、その下に測定時に確定した各基準曲線のパラメーターが表示されます。



ピアノの機種	August Förster 275			
	白鍵（直線基準）		黒鍵（直線基準）	
高さ mm	19,1	10,0	11,9	9,2
高低差 mm	0,4	0,1	0,3	0,1
音名	鍵盤高さ（µm）	鍵盤深さ（µm）	音名	鍵盤高さ（µm）	鍵盤深さ（µm）
88 C8	6	219	86 A#7	-13	109
87 B7	38	22	84 G#7	175	145
85 A7	-46	-42	82 F#7	51	202
83 G7	64	238	79 D#7	-84	115
81 F7	11	-32	77 C#7	-26	139
80 E7	-26	-147	74 A#6	-179	1
78 D7	-294	78	72 G#6	-216	-110
76 C7	-1	-161	70 F#6	-174	-208
75 B6	122	222	67 D#6	28	45

「HGT（高さ）」行には左から順に次の値が表示されます。

- 選択した基準ブロック支持面からの白鍵高さ（測定時のみ）。図の KEYSLIP / TOP の例では口棒から 19.1 mm。
- 白鍵の鍵盤深さ（この例では 10.0 mm）。
- 白鍵に対する黒鍵の高さ（この例では 11.9 mm）。
- 黒鍵の鍵盤深さ（この例では 9.2 mm）。

その下の「TILT」行には各基準曲線の傾きが表示されます。KEY LVL (WHITE) 列の 0.4 mm は、鍵盤ならしの基準曲線が右端で左端より 0.4 mm 低いことを意味します。肉眼では判別できないわずかな傾きですが、Tilt = 0 に強制補正する場合と比べて作業量を抑えることができます。

4.13.4 「DIAG_DEV」シート

このシートには偏差を視覚化した大きな棒グラフが表示されます。表示されている数値はすでに KEY RATIO で換算済みであり、計算上の紙パンチング厚を直接示しています。

- 鍵盤高さ（HEIGHT）は青色で表示されます。
- 鍵盤深さ（KEY DIP）はオレンジ色で表示されます。

-0.03 mm〜+0.03 mm の範囲は通常の許容範囲であり修正不要のため、バーのみ描画され数値ラベルは省略されます。

グラフ下の各ボタンを使って表示項目を切り替えられます。

白鍵のみ表示（WHITE ONLY）、黒鍵のみ表示（BLACK ONLY）、または白鍵・黒鍵同時表示（BLACK & WHITE）を切り替えられます。

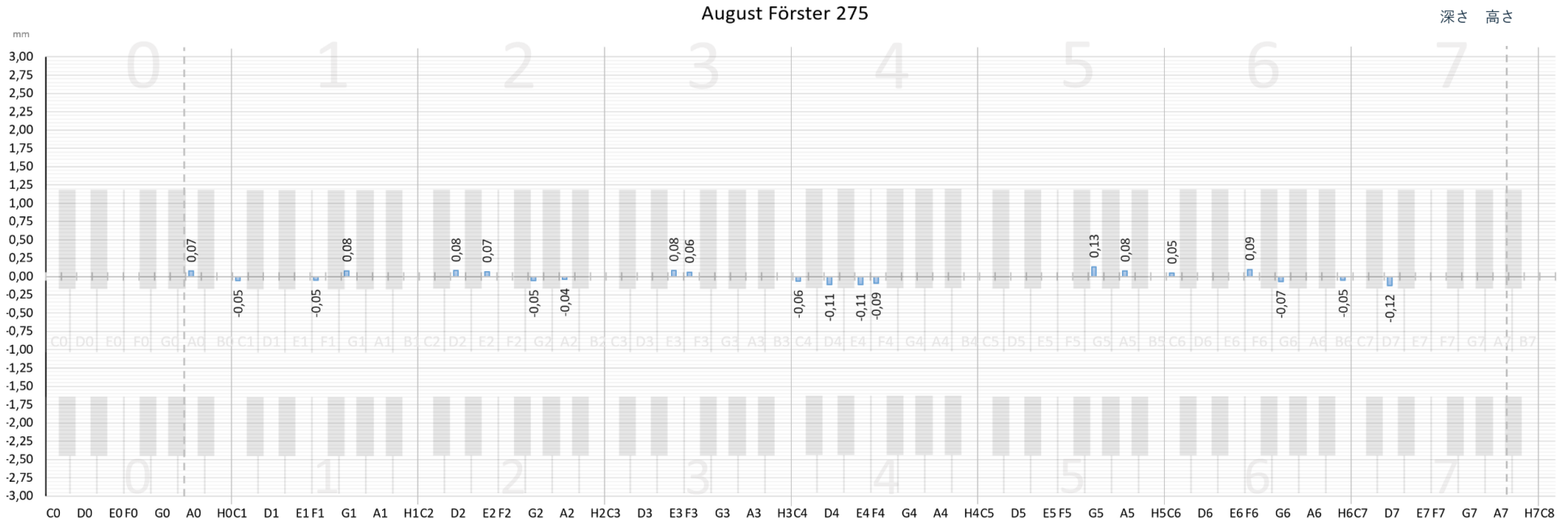
「KEY LVL」ボタンで鍵盤高さ（HEIGHT）の表示／非表示を切り替えます。

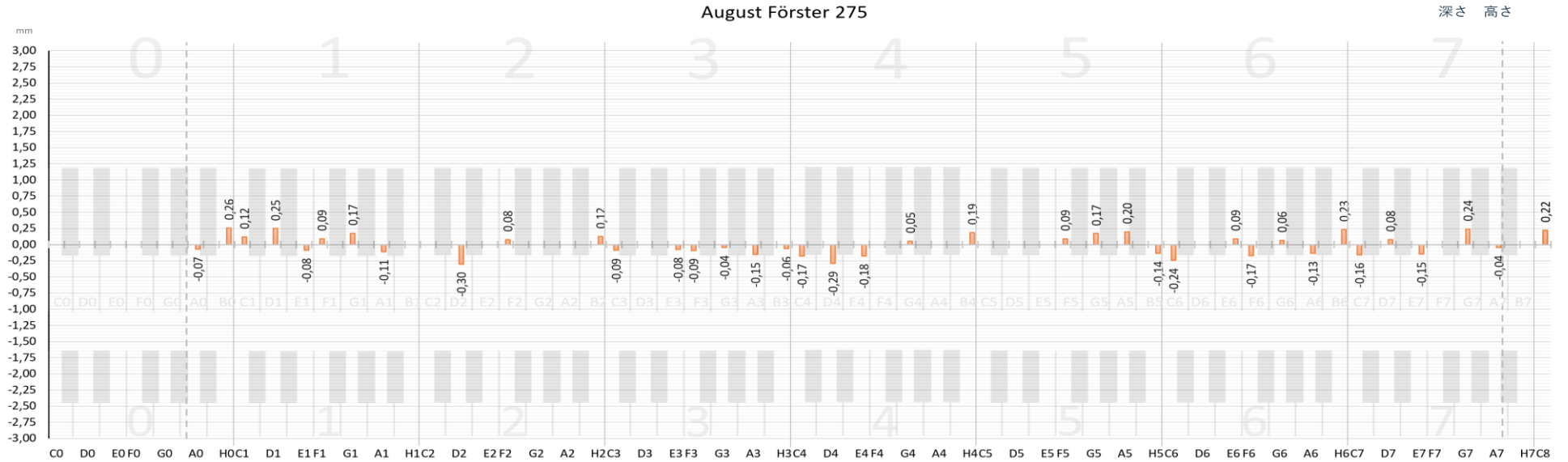
「KEY DIP」ボタンで鍵盤深さ（KEY DIP）の表示／非表示を切り替えます。

さらに、「LVL NUMBERS」および「DIP NUMBERS」ボタンで、バーのみ表示するか数値ラベルも併記するかを選択できます。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen





Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.13.5 「DIAG_WB」シート

白鍵と黒鍵の測定値と基準曲線をまとめて表示します。部分的にわずかに傾いた基準曲線（Tilt > 0）は、測定値に最もよく適合した基準です。許容できる傾きであれば、この基準を使うことで整調の作業量を抑えられます。必要に応じて、測定後に Tilt を 0 に設定し、両端を結ぶ直線をブロックの支持面と平行にできます（「測定の開始」を参照）。両端で基準ブロック測定を行った場合、縦軸の mm 目盛は、選択した支持面と基準エッジ（TOP または UNDERSIDE）に基づきます。図は KEYSLIP / TOP の例で、口棒が基準です。青い測定点は白鍵の高さで、口棒から約 19〜20 mm です。その下にある濃い線は、口棒から約 18 mm の高さにある、黒鍵測定用の奥側の白鍵基準です。測定時にガイドレールが鍵盤上面と完全に平行に設置されていなかったと考えられます。そのため、本体を黒鍵側に反転したとき、白鍵の高さが手前側よりわずかに低く測定されています。黒鍵は奥側の白鍵基準より約 12 mm 高く、口棒からの高さは約 30 mm です。

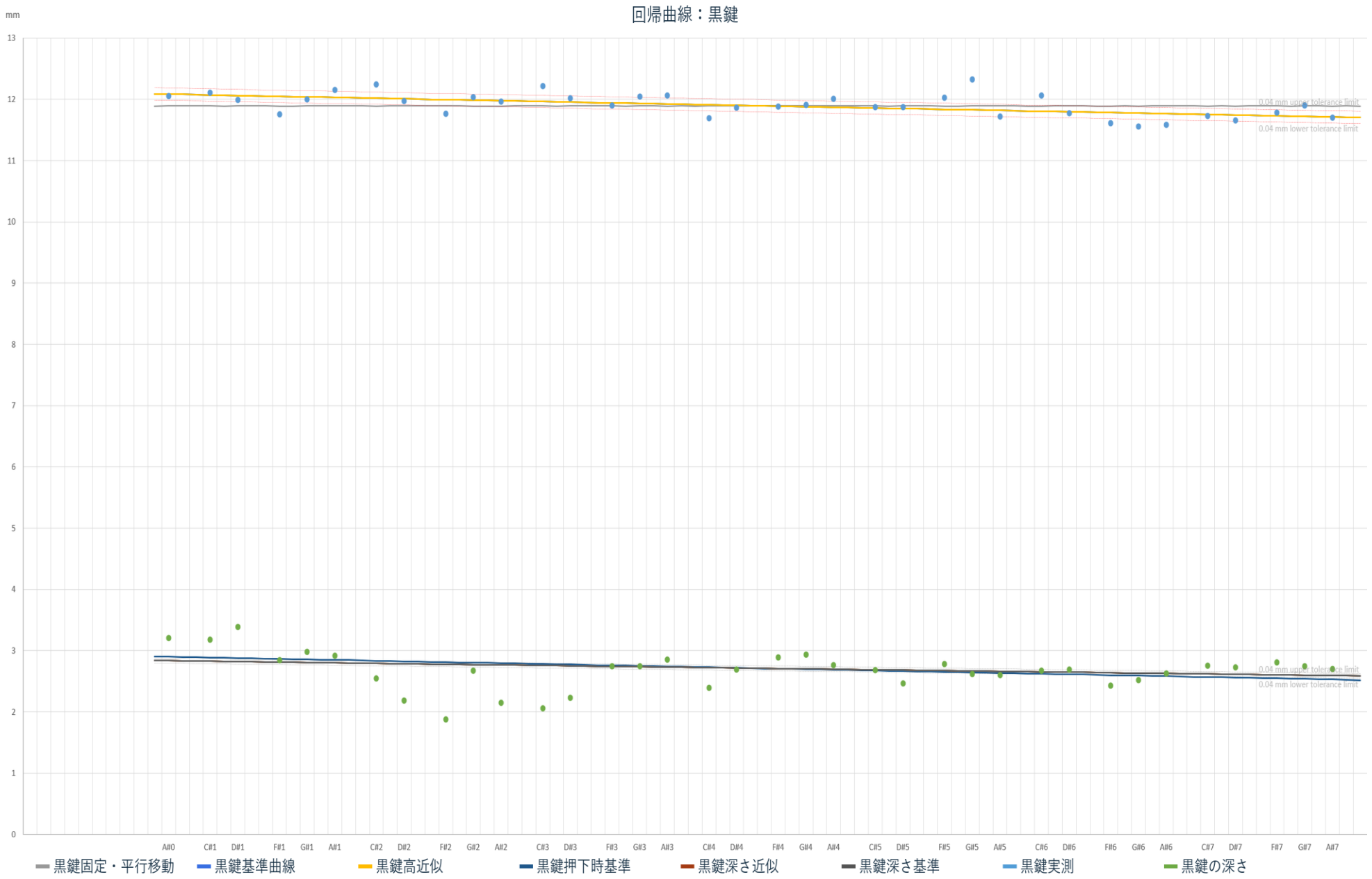


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.13.6 「DIAG_W」シート

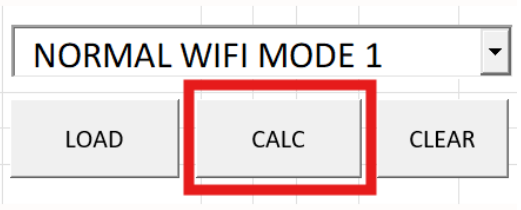


4.13.7 「DIAG_B」シート



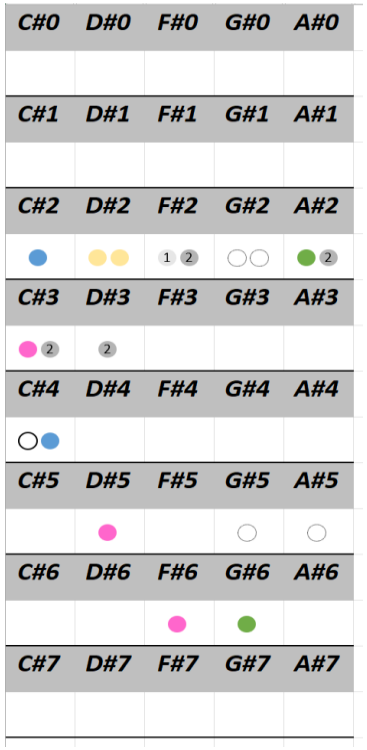
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4.13.8 「LVL_TOO_LOW」/「DIP_TOO_LOW」/「LVL_TOO_HIGH」/「DIP_TOO_HIGH」シート

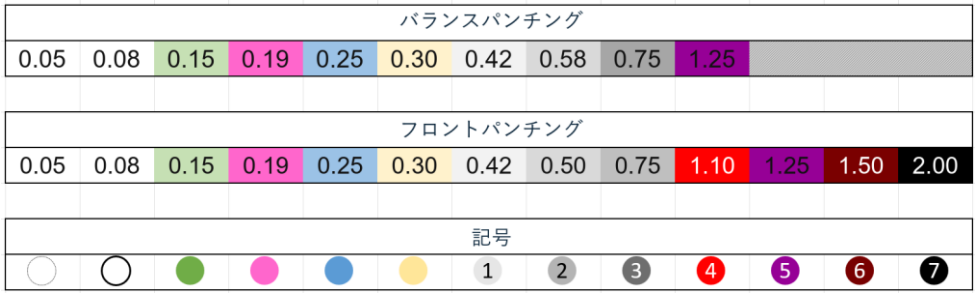


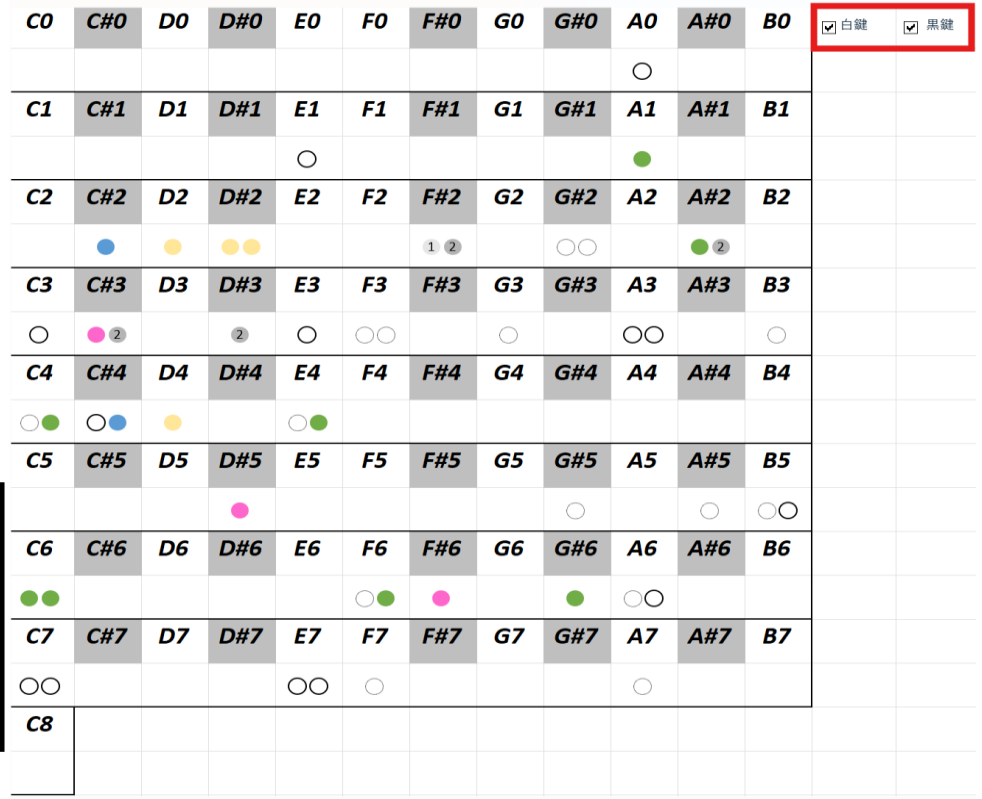
測定データを読み込んだ後、「DATA」シートの「CALC」ボタンをクリックすると、「PUNCHINGS」シートに登録されたパンチング厚をもとに、各鍵に必要な紙パンチングを色分け表示した4枚の一覧表が自動生成されます。
本体からデータを読み込むと、現在本体で有効になっているパンチングセットの厚さがシートに転記されます（元の測定時の設定とは異なる場合があります）。必要に応じて値を修正し、いつでも「CALC」をクリックして新しい厚さに基づく色分け表を再計算できます。

「WHITE」と「BLACK」のチェックボックスを使って白鍵のみ・黒鍵のみに絞り込むと見やすくなり、対象の鍵グループに必要なパンチングだけを効率よく確認できます。



色分け一覧表はスクリーンショットで簡単にスマートフォンやタブレットへ移せるため、ピアノのそばで直接見ながら適切なパンチングを正確に配置できます。
厚いパンチングの表示には1点特徴があります。バランス側の最後4種類およびフロント側の最後7種類（0.42 mm 以上）は、表の見やすさを保つため実際の数値ではなく 1〜7 の整数番号のみで表示されます。なお、PMP本体の画面上では厚いパンチングも実際の厚さ（mm）で表示されます。



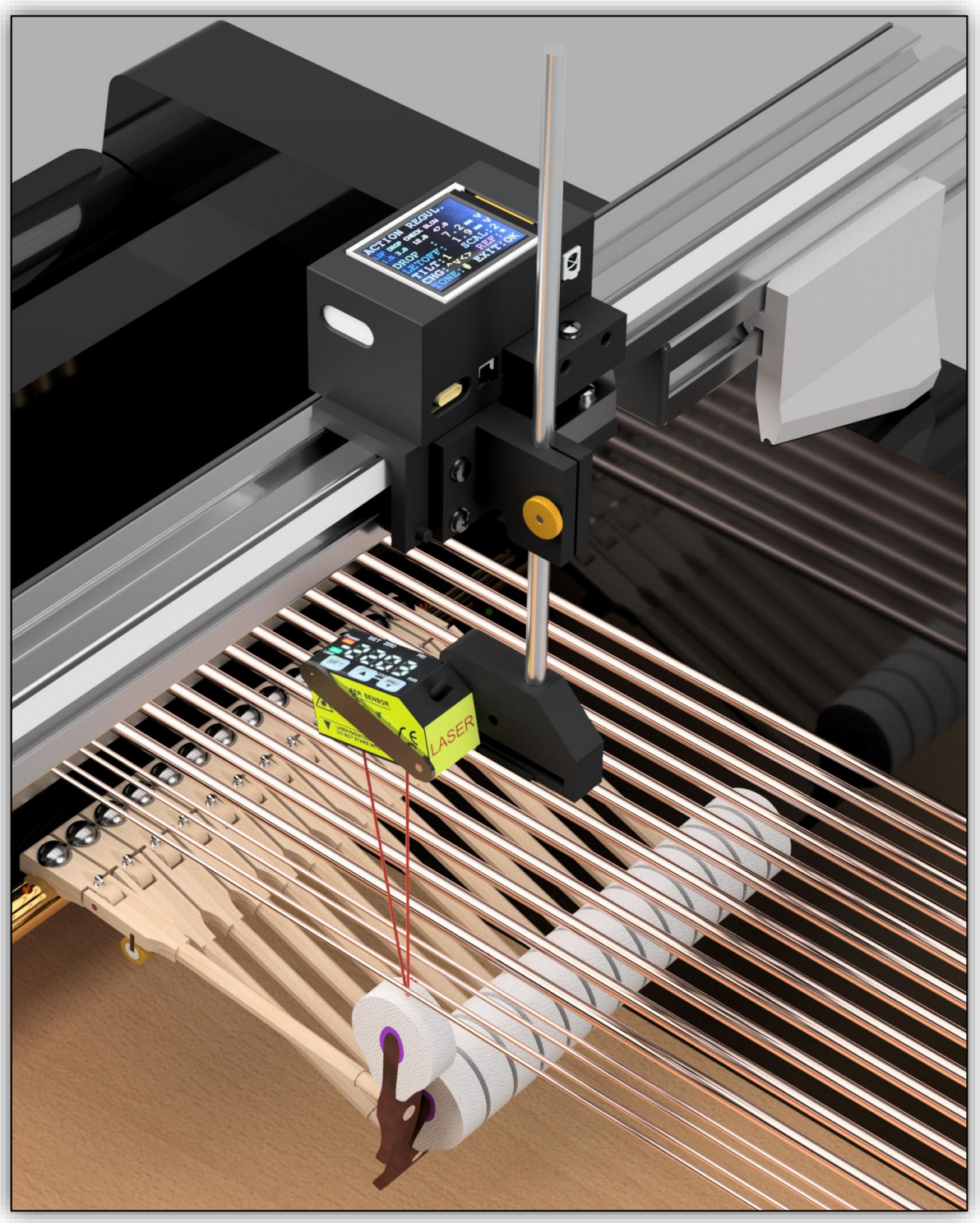


作業上のヒント：

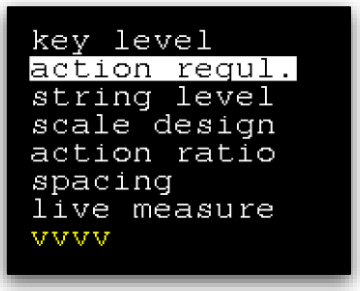
各厚さのパンチングを必要枚数だけ事前に取り出しておくことをお勧めします。打ち抜き加工でくっついている薄いパンチングはあらかじめ1枚ずつ剥がし、ばらして並べておきます。こうしておくことで、作業終了時に過不足がなければ、すべての鍵へ表どおり正確にパンチングが配置されたことを確認できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5 「action regul.」機能：グランドピアノのアクション測定と整調



メインメニューから「action regul.」を選択すると、グランドピアノのアクションにおける主要な整調パラメーターを測定・調整するための専用モードが起動します。レーザー変位センサーを使用して、レットオフ（Letoff）、ドロップ（Drop）、バックチェック（Check）、および打弦距離（Blow）を精密に測定・調整できます。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

レーザーによる整調値の測定原理

PMPはハンマーヘッドの頂点（最も高い打弦点）までの距離を測定します。その測定値からレットオフ、ドロップ、バックチェック、打弦距離を算出するためには、まず基準となる弦の位置が必要です。本説明書では、この上部基準位置を「弦高基準」と呼びます。

弦高基準の取得

弦が上から直接見える場合は、レーザーを弦の上に通して弦の上面を検出します。PMPは設定された弦径を差し引き、ハンマーが実際に当たる弦の下面を算出します。弦がダンパーに隠れている場合は、代わりにハンマーを弦に当たるまで持ち上げ、ハンマー頂点の接触位置を測定することで同じ上部基準位置を取得します。

続いて鍵盤を操作すると、PMPはその弦高基準からハンマー頂点までの距離を測定します。すなわち、レットオフ時の距離（レットオフ）、レペティションレバーへ落ちた後の距離（ドロップ）、バックチェックに受け止められた位置の距離（バックチェック）、および静止位置での距離（打弦距離）を測定します。具体的な手順は「ハンマー1本に対する一連の測定手順」で説明します。

センサーを傾ける理由（TILT）

ハンマーは円弧を描いて上昇するため、垂直なレーザー光では静止位置と上昇位置の両方でハンマー頂点の同じ箇所に当たりません。4つのパラメーターをすべて測定するには、静止位置でも上部でもレーザースポットがなるべくハンマー頂点の中央に収まるよう、ハンマーの軌道に合わせてセンサーを傾けます。「TILT」は傾きを意味し、PMP本体の TILT 設定によりこの角度が距離計算に自動補正されます。

ダンパーが装着されていてセンサーアームを大きく横方向に回転させる必要がある場合は、センサーを傾けず TILT をオフにして作業します。この場合、まずハンマー上部領域で弦高基準・レットオフ・ドロップを測定します。打弦距離はガイドレールの位置を変えて測定するか、後から作業台で測定します。

まずは基本測定から始める

1音ずつの確認であれば、ダンパー未装着時の直接弦測定「STRING」、またはダンパー装着時（鍵盤を適切にシフトさせた状態）の「HAMMER-TO-STRING」で十分です。「SCAL INSTR QUICK」および「SCAL BENCH QUICK」では両端2音を基準として測定し、その間を結ぶ直線に対して中間の音を整調します。低音部や中音部といった連続区間を保存する「セクション」機能と高度な手順は、基本測定の後に説明します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.1 基本セットアップ：ガイドレールとセンサー

最初にガイドレールを安定して設置し、測定内容に合わせてセンサーを調整します。以下の手順は STRING、HAMMER-TO-STRING、および SCAL QUICK にも共通します。なお、本説明書では低音部（セクション1）や中音部（セクション2）など、ひとまとまりの作業区間となる弦領域を「セクション（Section）」と呼びます。
セットアップに続いて基本操作と簡易測定を解説し、その後で保存済みセクションおよび各音の個別弦高基準を用いた高度な手順を説明します。

1. 打弦ラインの上方にガイドレールを設置する

ハンマーヘッド上方の打弦ライン付近にガイドレールを設置します。すべての支持部は、平坦で最も高い部分がピアノ本体にしっかり載るように配置します。レールががたつく場合は、後ろ側支持部のいずれかを微調整して安定させます。基本的な手順は Key Level の「ガイドレールの位置合わせ」と同様です。



ガイドレールを支持部でピアノ本体に設置した状態。後ろ側（REAR）からセンサーが打弦ライン付近のハンマーヘッドを狙います。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2. SENSOR 2 を後ろ向き（REAR）に装着する

「FRONT」と「REAR」はガイドレールに対する装置の向きを表します。FRONT は手前側（演奏者側）からの配置、REAR はその反対の後ろ側からの配置です（Key Level での白鍵＝前側、黒鍵＝後ろ側の反転と同じです）。Action Regulation では一貫して REAR 配置を推奨します。このとき電源スイッチは技術者とは反対側を向きます。

後ろ側（REAR）から配置する方がハンマーヘッドの視界を妨げにくく、特にカポバー領域では前側からのレーザー光をカポバーが遮るため通常 REAR が必須になります（さらにセンサーをわずかに上向きに傾けるとハンマー頂点に届きやすくなります）。低音部や中音部では FRONT も可能な場合がありますが、REAR に統一することで全音域を同じセットアップで作業できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

ダンパー装着時にハンマーへの光路を確保する

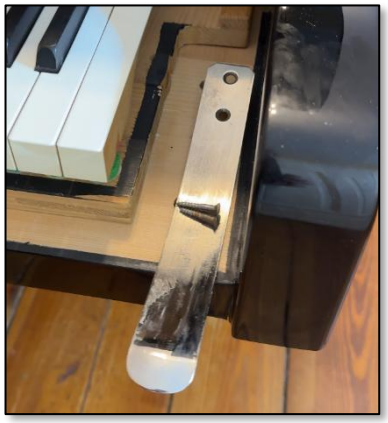
レーザー光がダンパーの隙間を通ってハンマー頂点に当たり、反射光も妨げられずにセンサーへ戻る必要があります。そのためにアクション全体を横へずらし、ハンマーヘッドがダンパー同士の隙間の真下にくるようにします。

数音の確認であれば左ペダル（シフトペダル／ウナコルダ）を踏むだけで足りますが、長時間の整調作業ではシフトばねを外しておくと便利です。多くの場合、ねじ2本を外すだけで簡単に取り外せ、ペダルを踏み続けなくても手動でアクションを適切な位置へ移動できます。

あるいはペダルを踏み続ける代わりに、アクション左端とストッパーの間にくさびを挟んでシフト位置を保持する方法もあります。移動量がまだ足りない場合は、右側の拍子木も取り外してください。右側拍子木にはシフト移動量を制限する調整ねじが付いていることが多く、外すことでハンマーヘッドをさらに大きく横へずらせます。

重要：ハンマーを手動で持ち上げる際は、ダンパーを必ず上げた状態にしておいてください。ダンパーリフトレールにスペーサーを挟んで浮かせておくことで、低音部や中音部のウェッジダンパーにハンマーヘッドが接触・干渉するのを防げます。



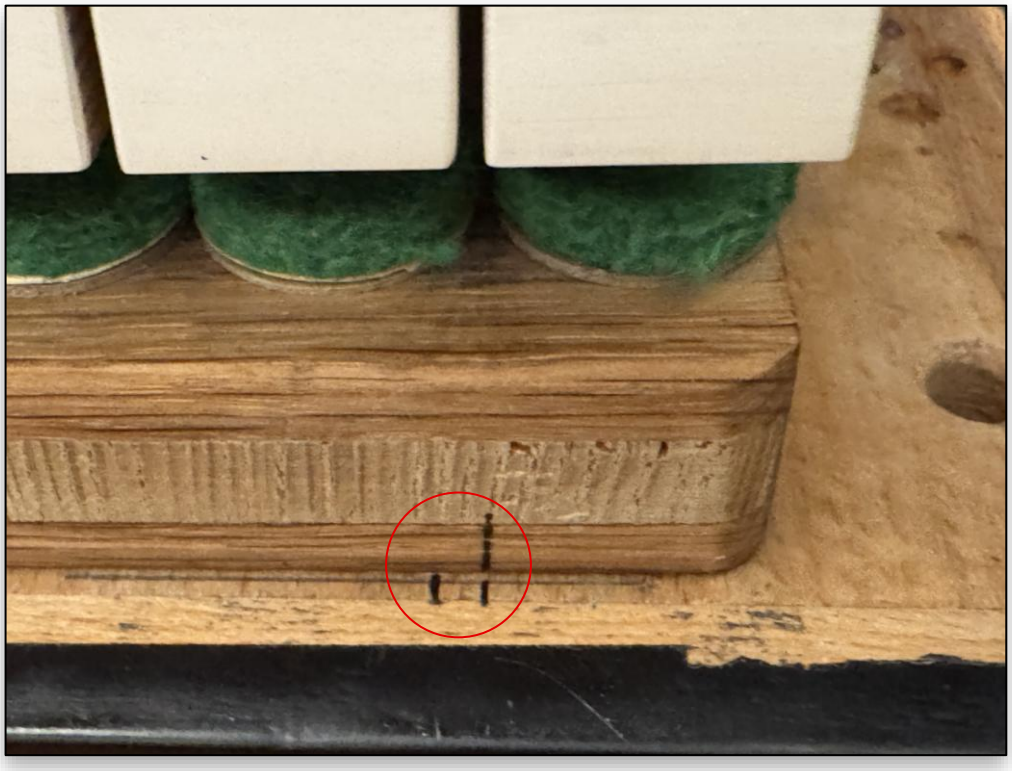


シフト機構とシフトばね：レーザー光がダンパーの隙間を通ってハンマーに届く位置へアクションを移動します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

シフトさせたアクションを再現性よく再配置する

適切な横位置が決まったら、鍵盤筬と棚板の双方に小さな印を付けておきます。アクションを出し入れした際は、この2つの印を再び一直線に合わせます。



鍵盤筬と棚板に引いた印で、測定用に設定した横シフト位置を再現できます。

アクションを何度も出し入れする場合は、棚板の奥に調整可能なストッパーブロックを2個設置しておくと便利です。アクションを両ストッパーに突き当たるまで押し込むだけで毎回同じ奥行きが再現され、横位置は印で合わせられるため、その都度拍子木を取り付けて位置決めする手間を省けます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

棚板奥の調整式ストッパーブロック

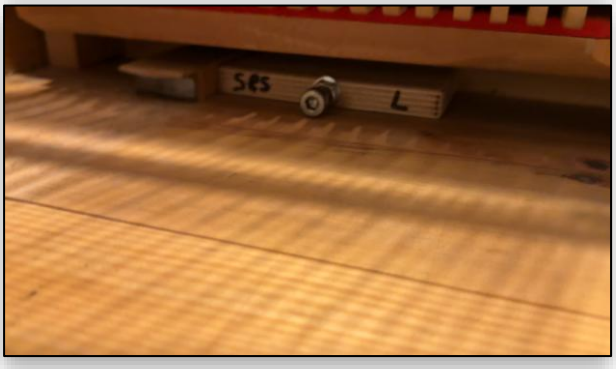
以下の写真はスタインウェイでの実例です。アクションが正しい作業位置にある状態で左右両方のストッパーに密着するようあらかじめ調整しておきます。アクションを戻した際は、横位置の印と両ストッパーへの突き当たりを確認してください。

楽器内部でのストッパー配置：左右2か所でアクションの押し込み奥行きを確定します。

左右それぞれ、事前調整した突き当て面までアクションを押し込みます。











2つの調整式ストッパーブロックの詳細。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

3. 測定内容に合わせてセンサーの傾きを設定する

ダンパーが装着されており、低音部や中音部で弦が大きく斜めに張られている場合は、センサーを下向きに傾けないでください。長穴内でセンサーを一番後ろへ寄せ、水平に保ったまま TILT をオフにします。これにより、まずハンマー上部領域で弦高基準、レットオフ、および必要に応じてドロップを測定します。

ダンパー間の隙間が十分広い場合、センサーアームの回転角が小さい場合、またはダンパーを取り外している場合は、TILT を有効にして測定できます。長穴内でセンサーを一番前へ引き出し、REAR 配置で下向きに傾けて TILT をオンにします（機械的な姿勢は図「REAR配置での標準TILT傾き」を参照）。

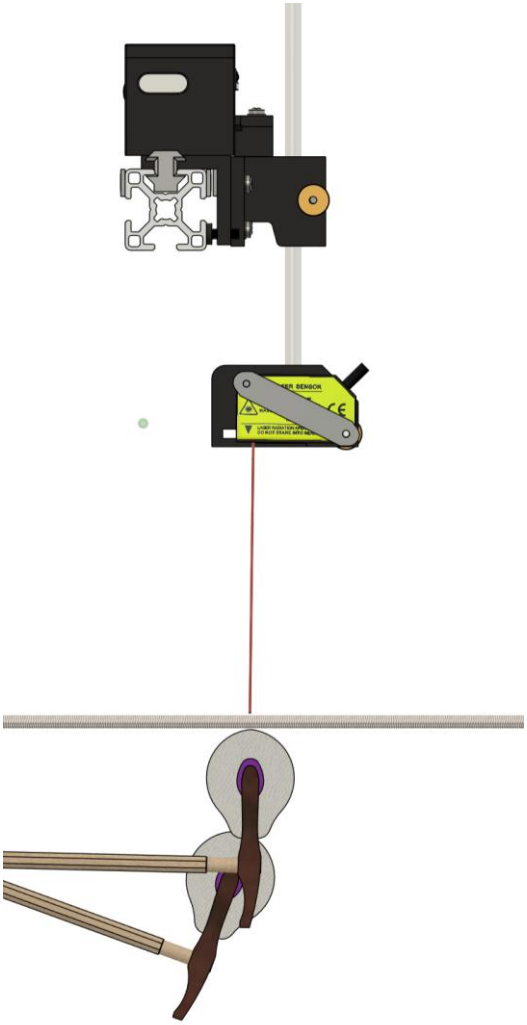
水平配置のセンサー（TILT オフ）

弦の角度が大きくダンパーが装着されている場合、センサーアームは弦の向きに合わせて回転させます。センサーは長穴の奥へ寄せて水平にし、TILT はオフのままにします。

このときレーザー光は真上から垂直に照射されますが、ハンマーヘッドは円弧運動をするため、上部と下部ではハンマー頂点の異なる箇所に当たります（「傾き設定（TILT）」を参照）。

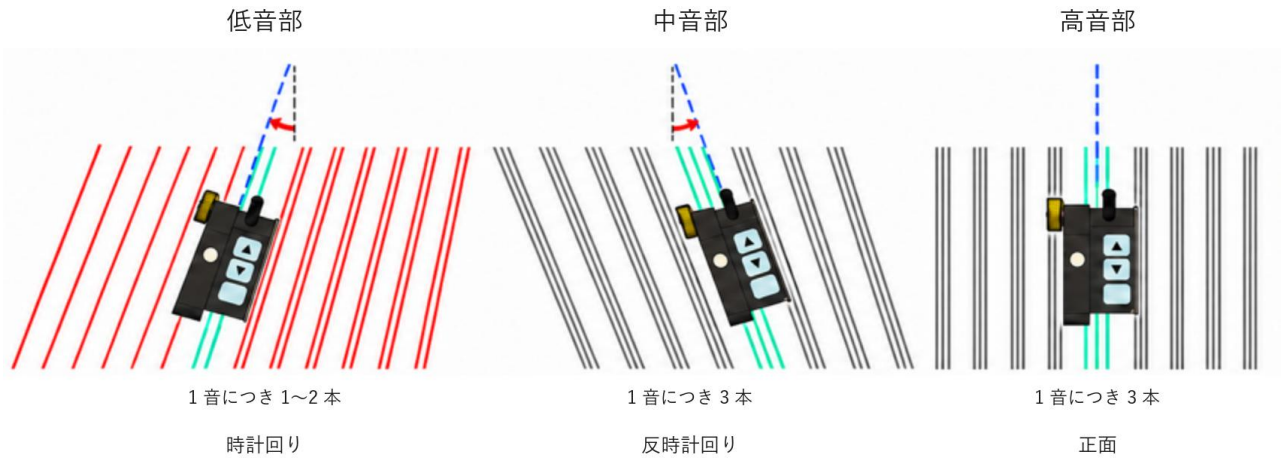
このセットアップではレーザースポットをハンマーの上部作業域に合わせ、弦高基準・レットオフ・ドロップを測定します。打弦距離を測定するにはガイドレールを前後へ移す必要があるため、両方の測定は別々のレール位置で順に行います。

弦接触位置とレットオフ位置の間で生じるわずかなスポットの前後移動は、ハンマー頂点の前後両側へ均等に振り分けます。詳細は「TILTオフ時の接触・レットオフ測定用スポット位置合わせ」を参照してください。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

ダンパー装着時のセンサーアーム向き



上面図：レーザーの照射光と反射光の両方がダンパーの間を通り抜けるよう、作業セクション中央付近の弦に合わせてセンサーアームを回転させます（図では見やすくするためダンパーを省略しています）。セクション内で弦の角度が多少変化しても、中央で合わせたアーム角度はセクション内で固定したままにします。

アームを大きく回転させた場合はセンサーを水平にして TILT をオフにしてください。スポットが横方向へずれる原因については「斜めに張られた弦に対するセンサーとセンサーアームの傾き調整」を参照してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

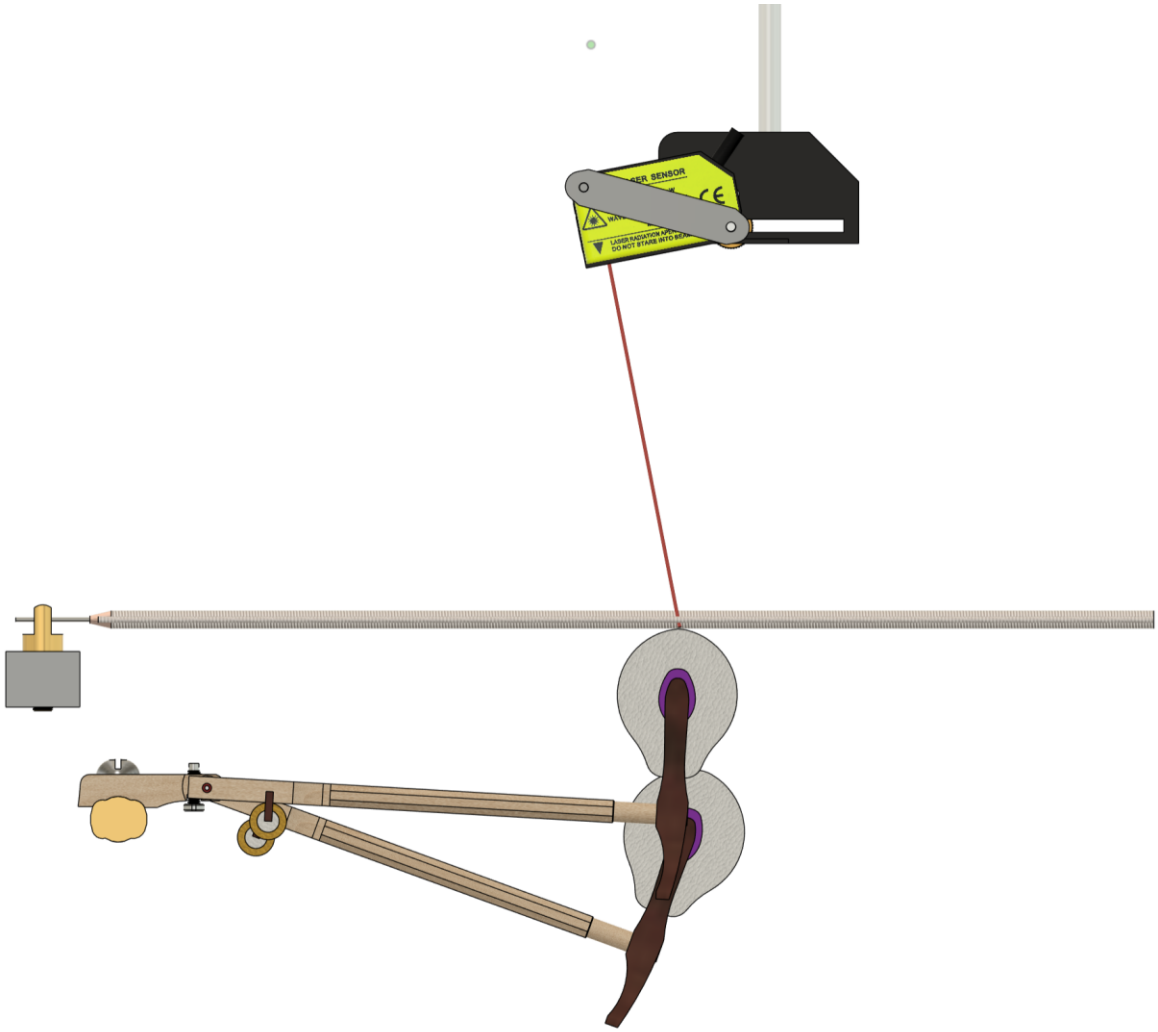
傾斜配置のセンサー（TILT オン）

楽器内でダンパーを取り外している場合、および作業台での作業全般では、センサーアームをまっすぐ正面に保つことができます。レーザー光がハンマーの軌道にほぼ沿うようにセンサーを下向きに傾けることで、同じセットアップのまま4つの整調パラメーターすべてを測定できます。まず静止状態のハンマー頂点にレーザースポットを合わせ、ハンマーを弦の直下までゆっくり持ち上げながらスポットの移動方向を観察します。

スポットが手前（技術者側）へずれる場合は下向きの傾きを小さくし、奥側へずれる場合は下向きの傾きを大きくします。角度を変えるたびに静止位置で頂点へスポットを合わせ直し、再びハンマーを持ち上げて確認します。

低音ハンマーと中・高音ハンマーの両方で交互に確認し、静止位置でも上昇位置でもスポットが頂点のなるべく中央に当たるよう両者の中間角度に合わせます。わずかに残る前後移動は頂点の前後両側へ均等に振り分けてください。

これにより、多くの場合、低音部から高音部まで共通の TILT 角度を使用できます。PMP本体の設定方法は「傾き設定（TILT)」を参照してください。



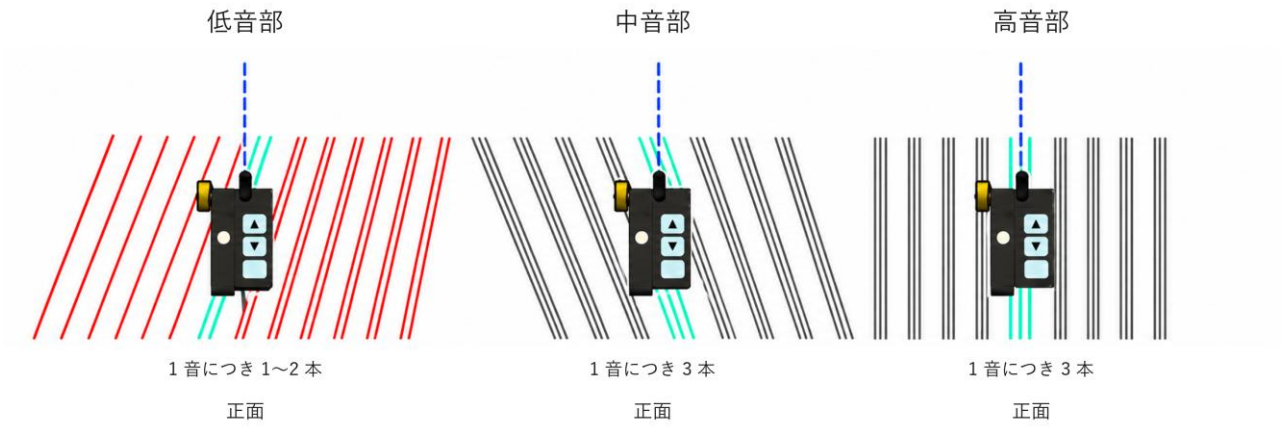
REAR 配置での標準 TILT 傾き：傾けたレーザー光が静止位置と打弦位置を結ぶ線にほぼ一致します。わずかなずれは頂点前後で均等に振り分けます。

センサーアームの向きは弦の角度に合わせて設定します。アームの回転とセンサーの下向き傾きを組み合わせたことでスポットが左右へずれる場合は、TILT を使わずに測定してください。大きく回転させたアームと全行程用のセンサー傾きは併用できません。

TILT = 0 では、同じレール位置のままレットオフ・ドロップと同時に打弦距離を測定することはできません（個別測定の手順は「レットオフと打弦距離を別々に測定する」を参照)。作業台では、まっすぐなセンサーアームと適切な TILT 角度により、4項目すべてをまとめて測定できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

ダンパー未装着時および作業台でのまっすぐなセンサーアーム配置



ダンパーなしの上面図：低音部・中音部・高音部のいずれでもセンサーアームをまっすぐ保てます。作業台でも同じ配置となります。全行程の測定にはセンサーを適切に傾け、TILT をオンにします。

セットアップを変更せずに複数セクションを扱う場合は、共通の位置基準（COMMON REFPOS）を使用できます。条件と再開手順は後の保存済みセクションの章で説明します。

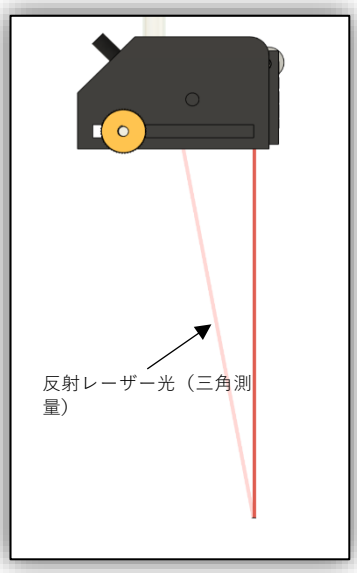
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4. 最後にセンサー高さを調整する

センサーの機械的な傾き（TILT）が確定してから、最終的なセンサー高さを調整します。上部のローレットねじを緩めてセンサーアームを上下に動かし、調整後に再びしっかり固定します。

目安として最低音弦（第1低音弦）を使います。この弦にレーザーを当て、センサー本体の表示器が約 +33.00 mm になるまでセンサーを近づけます。これにより近距離限界の +35.00 mm までわずかな余裕を残せます。この限界を超えるとセンサーが対象に近すぎて測定範囲外になります。

中音部との境目にあたる最後の低音弦でも同様に確認します。裸線（プレーン弦）領域は低音弦より低い位置にあるため、通常はこのセットアップのまま有効測定範囲内に収まります。念のため、測定開始前に各作業セクションの最初と最後の測定点でも範囲内か確認してください。



反射レーザー光の光路確保
照射されるレーザー光だけでなく、測定点からセンサー受光部へ戻る反射光の経路も遮られていない必要があります。反射光が障害物に遮られると有効な測定ができず、センサー表示器に「---」と表示されます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

第1低音弦でのセンサー高さ確認



第1低音弦での設定例：センサー表示器は +32.68 mm を示しており、目安の +33.00 mm に近く、近距離限界 +35.00 mm に対して適度な余裕があります。続いて最後の低音弦および作業セクションの両端も確認します。70 mm の測定範囲により、このセットアップのまま最高音部の裸線領域まで通常カバーできます。両端の音で、ハンマーの打弦位置と静止位置の両方が測定範囲内に収まっているか確認してください。

重要：装置側のセンサー高さは最初に設定し、一連の関連測定中は変更しないでください。
作業台へ移る際は、PMP本体側のセンサーアーム高さは極力そのまま維持し、作業台側ガイドレールの高さで適合させます。こうすることで楽器内と作業台を行き来しても基本設定を保持できます。

後日の作業再開に向けてセンサー高さを記録しておく

途中で本装置を別の作業に使う場合は、第1低音弦上の正確な測定点を特定できるようにし、そのときのセンサー表示値（例：+32.68 mm）を控えておきます。近くの鉄骨フレーム上に剥がせる小さなラベルを貼ってメモしておくと便利です。センサーの傾き、アームの向き、およびガイドレールの設置位置も併せて記録します。

作業再開時は、まず記録どおりにセットアップを復元し、同じ測定点でメモした表示値になるよう合わせます。その後、保存済み基準を弦接触で確認してください。位置基準（REFPOS）はガイドレールに沿った横位置のみを復元するものであり、高さ確認の代わりにはなりません。詳細は「中断後の再開と作業状態の保存」を参照してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

測定範囲の正しい読み方

SENSOR 2 の全測定範囲は 70 mm で、+35 mm が近距離限界、-35 mm が遠距離限界です。数値が小さいほどセンサーからの距離が遠くなります。このセットアップでは表示値が 0.00 mm である必要はありません。

測定点が範囲外にあるか、反射光が遮られている場合は「---」と表示されます。照射光だけでなく反射光の経路も必ず確保してください。

ハンマーの全行程を測定する場合は、静止位置のハンマーも確実に範囲内に入ることを確認してください。後からセンサーの機械的傾きを変更した場合は、有効測定範囲をあらためて確認します。弦高基準の記録は、セットアップが完全に整ってから行ってください。

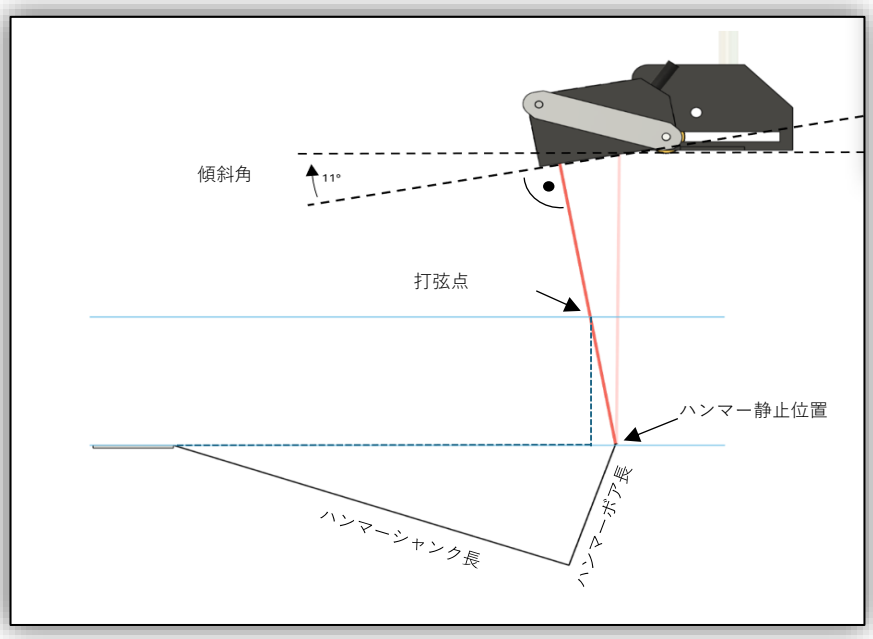
測定前にセンサーアームの回転角を確認する

ダンパー装着時は、作業セクション中央付近の弦とほぼ平行になるようにセンサーアームを回転させます（上から見て低音部は時計回り、低めの中音部は反時計回り）。セクション内で弦の角度がわずかに変化する場合があるため、中央で合わせた姿勢で両端の光路も通るか確認してください。QUICK モードでは、基準取得から整調終了までこのアーム角度を維持します。

セクションの最初と最後のハンマーを弦まで持ち上げ、両方のハンマー頂点にレーザーが確実に当たるようガイドレールを前後へ微調整します。TILT 使用時は静止位置でも確認します。これらの確認が済んでから弦高基準を取得してください。高さ・傾き・設置位置を変更した場合は基準を取り直す必要があります。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.1.1 傾き設定（TILT）



レーザー変位センサーを弦面に対して完全に垂直に立て、静止状態のハンマー頂点にスポットを合わせた場合、ハンマーが上昇して弦に接触する時点ではスポットが頂点からずれてしまいます。これは、ハンマーヘッドがハンマーシャンク長とハンマーボア長によって決まる円弧軌道に沿って上昇するためです。

静止位置でも上部位置でもレーザースポットがハンマー頂点のなるべく近くをとらえるよう、センサーアームをまっすぐにした状態でハンマーの軌道に合わせてセンサーを傾けます。

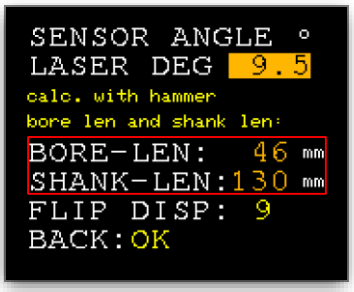
- 推奨されるガイドレール後側（REAR）配置では、全行程測定のためにセンサーを下向きに傾けます。
- 上向きに傾けるのは前側（FRONT）配置を使う例外的な場合のみです。なお、カポバー付近で REAR 配置のまま逆向き（上向き）に傾けるのは、ハンマー上部の測定点へレーザーを届かせるためだけの処置です。

目視で静止位置と打弦位置の両方でスポットがなるべく中央に収まるよう角度を調整し、残るわずかなずれは頂点の前後両側へ均等に振り分けます。基準取得から整調作業が終わるまで、この機械的な角度を保ってください。

適切な TILT 傾きを設定して初めて、ガイドレールを動かさずに同じセットアップで4つの整調パラメーターすべてを測定できます。

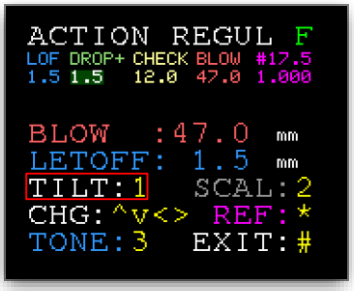
鉄骨フレームの支柱や周辺部品との干渉、あるいはセンサーアームの大きな回転により適切なセンサー傾きが取れない場合は、レットオフと打弦距離を分けて測定します。

- まず持ち上げたハンマーで弦高基準を取得し、続けてレットオフとドロップを測定します。
- その後、静止状態のハンマー頂点にレーザーが当たる位置までガイドレールを前後へ移し、打弦距離を測定します。この際に基準取得前から必要な弦面との平行合わせについては「TILTなしでレットオフと打弦距離を別々に測定する」を参照してください。



TILT がオフの状態で「TILT: 1」を押すと傾き設定画面が開きます。PMPはハンマーボア長（BORE-LEN）、ハンマーシャンク長（SHANK-LEN）、および設定打弦距離から推奨センサー角度を自動算出します。必要に応じて「LASER DEG」で手動調整し、
OK で確定します。測定画面で「TILT:」の文字が白く表示されているときは補正が有効です。もう一度 1 を押すとオフになります（すでに取得した基準は保持されます）。
実際のセンサー角度と本体の TILT 設定は必ず一致させてください。

センサーを傾けるとレーザー光路に沿った距離が垂直距離より長くなります。TILT補正は設定角度をもとに計算上の距離を補正するだけであり、レーザー光の向きを変えるものではありません。全行程にわたってハンマー頂点にスポットが当たるかどうかは、機械的な角度調整で決まります。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

作業上のヒント：低音部と高音部で共通のTILT角度を使う

多くの場合、低音部から高音部まで共通の TILT 角度で十分です。BORE-LEN に平均的なハンマーボア長を入力します（例：高音 45 mm・低音 53 mm なら 49 mm）。SHANK-LEN には実際のハンマーシャンク長を入力します。例ではシャンク長 130 mm・打弦距離 47 mm で TILT 角度 10.7° となり、この値を低音から高音までそのまま維持します。
機械的なセンサー傾きは実際のハンマーの動きを見ながら目視で調整します。低音と高音のハンマーを静止位置と上昇位置の間で動かし、両端位置でスポットが頂点の中央付近にくるよう調整します。わずかに残るずれは頂点前後へ均等に振り分け、低音と高音の妥協点となる共通角度を保ちます。

ハンマー自体の動きが直接の基準になるため、角度計や完全に水平な作業台面は不要です。ただし、この共通設定はセンサーアームが横方向にほぼまっすぐであることが前提です（「斜めに張られた弦に対するセンサーとセンサーアームの傾き調整」を参照）。

この例における想定誤差

実測打弦距離 47 mm の場合、この共通角度による表示差はおよそ 0.2 mm 程度です。レットオフとドロップは上部基準に極めて近いため、角度差の影響は実用上無視できます。

実打弦距離 47 mm のとき	表示値
高音部（ボア長 45 mm）	47.2 mm
低音部（ボア長 53 mm）	46.8 mm

5.1.2 斜めに張られた弦に対するセンサーとセンサーアームの傾き調整

重要：ダンパー装着時は、レーザーがダンパーの隙間を通過できるよう、セクション中央の弦に合わせてセンサーアームを回転させ、そのセクション内では角度を変えないでください（上から見て低音部は時計回り、低めの中音部は反時計回り）。アームを大きく回転させる場合はセンサーを上下に傾けず水平に保ち、TILT をオフにします。回転角が小さく光路が十分確保できる場合は TILT を併用できます。

なぜレーザースポットが横へずれるのか？

上下に傾けたレーザー光はセンサーからハンマーへ向かって斜めに伸びます。この状態でセンサーアームも弦の方向へ大きく回転させると、レーザーの傾き成分が横方向にも向くことになります。ハンマーが上昇してセンサーに近づくにつれてビームとの交点位置が変わるため、スポットがハンマー頂点上で左右へ横ずれします。その結果、静止位置では中央にあったスポットが上部では端へ寄ったり、ハンマーから外れたりします。センサーの傾きとアームの回転が同時に大きいほど横ずれも大きくなります。
TILT は距離の計算値のみを補正する機能であり、光路の横ずれを防ぐことはできません。4項目をまとめて測る場合は必ず静止位置と上昇位置の両方でスポット位置を確認してください。TILT = 0 で上部領域のみ測定する場合は、弦接触位置からレットオフ位置の間でスポットが確実に頂点上に収まっていれば十分です。

作業台では：センサーアームはまっすぐ、TILT オン

作業台ではハンマーヘッドの上が開けているため、センサーアームをまっすぐ保てます。ハンマー軌道に合わせてセンサーを傾け、TILT をオンにすることで、ガイドレールを動かさずに4項目すべてを測定できます。MATCH INSTR を行うにはこのセットアップが必須です。

楽器内で弦が大きく斜めになっている場合

交差弦構造のため低音部と低めの中音部では弦が斜めに張られており、小型グランドピアノでは特に角度がきつくなります。セクション内で弦の角度が変わる場合は中央の弦でアーム向きを合わせます。ダンパーがない場合は通常アームをまっすぐにして TILT を使用できます。ダンパー装着時は、固定したアーム向きでセクション内の全音についてレーザーの往復光路が確保できるか確認してください。

TILTなしでレットオフと打弦距離を別々に測定する

レットオフ測定の後にガイドレールを移動して打弦距離も測定したい場合は、センサーの角度を弦面に合わせておく必要があります。レットオフのみを測定する場合はハンマーの打弦点で直接基準を取るため、この平行合わせは不要です。

追加の打弦距離測定に向けたセンサーの平行合わせ

後から打弦距離も測定したい場合は、基準取得の前にセンサー下部の発光・受光窓が弦面とおおよそ平行になるよう合わせておく必要があります（弦面の傾きはセクションごとに異なる場合があります）。これは個別測定用の特別な準備です。前述のようにアームを大きく回して水平センサーで測定する場合は、まず上部領域だけを測定し、打弦距離は作業台で測定する手順を推奨します。

目視で合わせる手順：ダンパー手前の空いた弦上で、センサーホルダーが弦に触れない程度までセンサーアームを慎重に下げ、センサー下面の窓が弦面とほぼ平行になるように角度を合わせます。その後、傾きを変えずにセンサーアームを測定高さへ戻します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

あるいは、デジタル角度計（ベベルボックスなど）を弦の上に置いてゼロリセットし、その角度計をセンサーに当てて同じ角度（下面窓基準）に合わせることもできます。弦面の傾きはセクションごとに変わる可能性があるため、セクション単位で確認してください。 注意：デジタル角度計（ベベルボックス）底面の磁石には十分ご注意ください。磁気スケールが貼られているガイドレールには絶対に近づけないでください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

TILTオフ時の接触・レットオフ測定用スポット位置合わせ

弦への接触位置とレットオフ位置というごく短い移動区間でも、ハンマーヘッドは円弧を描きます。そのため、弦に当てた状態で頂点のちょうど中央にスポットを合わせると、レットオフ位置へ下がった際にスポットがわずかに前後へずれます。

両位置の中間へスポットを振り分けておくと良好な結果が得られます。ハンマーを弦まで持ち上げ、想定されるレットオフ位置（例：弦の 1〜2 mm 下）までゆっくり下げながら観察し、接触時は頂点の片側、レットオフ時は反対側へほぼ均等に寄るようガイドレールを前後へ微調整します（中間位置でちょうど頂点中央に当たります）。この間、セクション中央の弦で合わせたアーム向きは変えないでください。

この調整は HAMMER-TO-STRING、HAMMER EACH、または P1/P2 の接触取得前に行います。弦高基準は通常どおりハンマーを弦へ当てて離すことで記録します。後から作業台で照合するため、ハンマーヘッド上の左右方向の測定位置は一貫して保ってください。

レットオフと打弦距離を別々に測定する

弦高基準の取得後、まずレットオフを測定します。

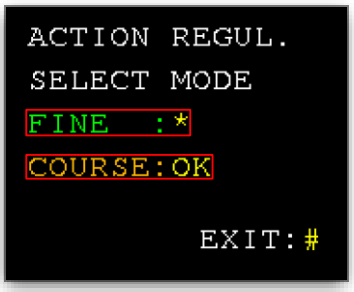
次に打弦距離を測定します。設定したセンサー傾きを保ったまま、静止状態のハンマー頂点にスポットが当たる位置までガイドレールを前後へずらします。弦高基準はハンマーが弦に接した位置で記録されているため、レールを移すとセンサーの前後位置が変わります。弦面が傾いている場合、移動先では弦面との高さ関係が変わりますが、センサー窓を弦面と平行に合わせておけばこの高さ差による誤差を防げます。

レットオフと打弦距離の測定に使う2つの位置を、ガイドレールとその支持部に印を付けて記録できます。これにより、レールを両位置の間で移動させ、元の位置を正確に再現できます。方法は Key Level 章のガイドレールの再設置と同じです。

カポバー領域では、まっすぐなセンサーアームのままセンサーを上向きに傾けることで、後ろ斜め方向から弦直下のハンマーヘッドにレーザーを届けられる場合があります。この弦高基準取得およびレットオフ測定では TILT 補正をオフにし、傾きをセクション全体で一定に保ちます。それでもハンマーに届かない場合は、「特例（カポバー）：弦スキャンとレットオフ 0.00 mm」の手順を使用します。

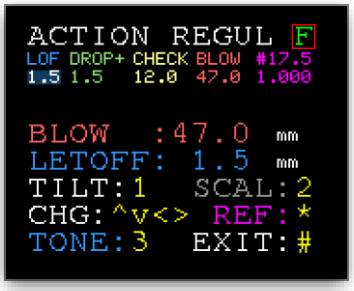
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

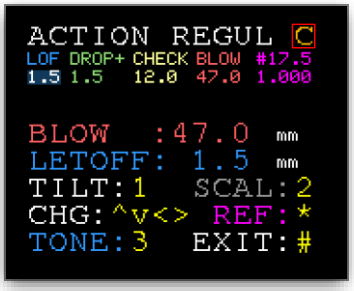
5.2 起動とFINE / COURSEの選択



「action regul.」を起動すると「SELECT MODE」が表示されます。赤外線リモコンの * で FINE、OK で COURSE を選択します。# を押すと機能を終了してメインメニューに戻ります。

FINE は精密整調（仕上げ整調）用、COURSE はレットオフ・バックチェック・打弦距離の判定許容幅を広めにとった粗整調用です。測定画面の右上に緑色の「F」（FINE）またはオレンジ色の「C」（COURSE）が表示されます。





このモード選択は、目標値からの偏差がどの範囲まで各パラメーターの正常色で表示されるか、および音によるフィードバック（TONE）の判定幅を決定します。実測値や設定した目標値自体は変わりません。

評価許容範囲

以下の目標値設定例では、表内の範囲に収まる測定値が OK（正常色表示）と判定されます（境界値を含む）。

パラメーター	設定目標値	FINE：OK範囲	COURSE：OK範囲
レットオフ（LETOFF）	1.5 mm	1.5 mm	1.3〜1.7 mm
ドロップ（DROP）	3.0 mm	2.8〜3.2 mm	2.8〜3.2 mm
ハンマーストップ距離（CHECK）	12.0 mm	11.5〜12.5 mm	11.0〜13.0 mm
打弦距離（BLOW）	47.0 mm	46.8〜47.2 mm	46.7〜47.3 mm

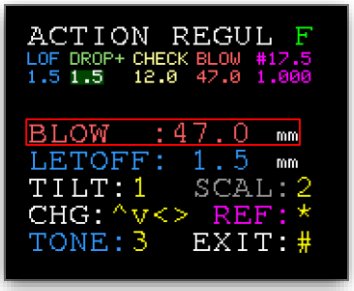
これらの許容範囲は整調作業における判定基準であり、センサー自体の測定精度ではありません。

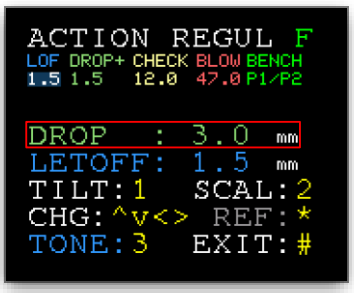
モード選択への復帰と終了

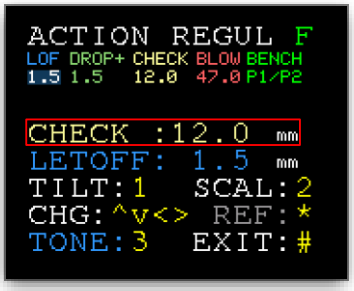
測定画面で「EXIT: #」を押すと FINE / COURSE の選択画面へ戻り、モードを選び直せます。モード選択画面でさらに「EXIT: #」を押すと「action regul.」を終了してメインメニューへ戻ります。測定画面で「SCAL: 2」または OK を押すとセクションメニューが開きます。

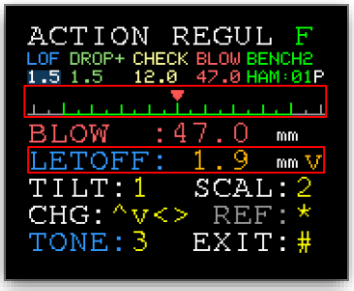
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.3 メイン画面









5.3.1 整調パラメーターの目標値

画面上部には、レットオフ距離（ハンマー接近、LOF）、レットオフ後の落下量（DROP+）、ハンマーストップ距離（CHECK）、打弦距離（BLOW）の目標値が表示されます。DROP+ はレットオフ後の落下量です。実測表示の DROP は、ドロップ位置から弦までの距離を示します。

左右キーでパラメーターを選び、上下キーで強調表示された目標値を変更します。例えば LOF 1.5 mm に DROP+ 1.5 mm を設定すると、DROP の目標値は 3.0 mm になります。LOF を 1.3 mm に変更すると、同じ DROP+ 設定のまま DROP 目標値は自動で 2.8 mm になります。

STRING モードでは、さらに弦の太さも設定できます。画面右上に弦番手（#）と、その下に正確な弦径（mm）が表示されます。

5.3.2 測定値の表示

目標値の下には現在の測定値（弦下面からハンマー頂点までの距離）が2行で表示されます。

- **1行目**
  - 弦からハンマーヘッドまでの距離に応じて表示項目が自動で切り替わります。
  - **BLOW（打弦距離）：40 mm 以上（静止位置のハンマーなど）。**
  - **DIST：打弦距離領域とバックチェック領域の中間における単純な距離表示。**
  - **CHECK（ハンマーストップ距離）：バックチェックで止まったハンマーヘッドと弦との距離。一般的な範囲はメーカーにより約 12〜15 mm です。**
  - **DROP：レットオフ後、ハンマーがレペティションレバー上に戻った位置から弦までの距離です。TONE の設定が CHECK と DROP の判定範囲に影響することがあります。**
- **2行目**
  - LETOFF には現在の測定サイクルで直近に検出されたレットオフ値が表示されます。PMPがレットオフ点を正確に検出できるよう、鍵盤をゆっくり押してハンマーを弦へ近づけてください。
- **偏差の表示**
  - 数値の右端に表示される矢印が、目標値からのずれの方向を示します。
  - 下向き矢印（オレンジ色）：測定値が目標値より大きい（距離が広すぎる）。
  - 上向き矢印（マゼンタ色）：測定値が目標値より小さい（距離が狭すぎる）。
  - 測定値自体も次のように色分け表示されます。
  - オレンジ色：測定値が大きすぎる。
  - マゼンタ色：測定値が小さすぎる。
  - 各パラメーター固有の色：目標範囲内（矢印は消えます）。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

ハンマー1本に対する一連の測定手順

有効な弦高基準、正しい測定点、およびハンマー軌道に適合したセンサー傾き（TILT オン）が整っていれば、同じセットアップで4パラメーターすべてを確認できます（必要に応じて SCAL で測定範囲「ALL」を選択）。TILT = 0 でハンマー上部しか見えない場合は上部領域のみ測定し、SCAL で「LETOFF/DROP」を選択します。

1. 静止位置で打弦距離を確認する

鍵から指を完全に離し、静止状態のハンマー頂点にスポットが当たっている状態にします。「BLOW」に弦高基準からの距離（打弦距離）が表示されます。

2. ゆっくり押鍵してレットオフとドロップを測定する

鍵を一定の速さでゆっくり押し下げるとハンマーが上昇してレットオフし、PMPが検出した距離を「LETOFF」に保持表示します。そのまま鍵を底まで押し切って保持すると、ハンマーがレペティションレバーへ落ち、「DROP」に弦からの距離が表示されます。その後、鍵を完全に離してもう一度同じ操作で確認します。

3. 通常の打鍵でバックチェックを確認する

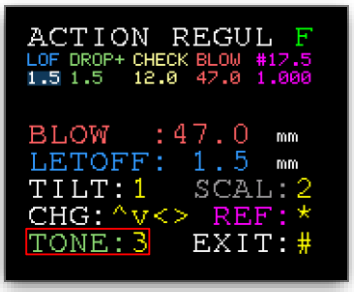
次に鍵を通常どおり十分な強さで弾き、そのまま押さえ続けます。ハンマーがバックチェックに受け止められ、「CHECK」に弦高基準からの距離が表示されます。ゆっくり押し下げただけではバックチェック確認にならないため、必ず打鍵して確認してください。確認後、鍵を完全に離します。

4. 整調して再測定する

アクション側で該当項目を整調し、対応する打鍵動作を再度行って結果を確認します（TONE 機能で音による確認も可能です）。確認が完了してからセンサーを次の音へ移し、レーザースポットと測定方式に応じた基準を確認します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.3.3 音によるフィードバック（TONE）



レットオフ（LETOFF）、打弦距離（BLOW）、バックチェック（CHECK）、またはドロップ（DROP）を調整する際、装置から音によるフィードバックを鳴らすことができます。連続する2つの音が鳴ります。

1つ目の音の高さは常に一定で、

2つ目の音の高さが目標値からの偏差に応じて変化します。

- 測定値が目標値より大きいほど、2つ目の音が低くなります。
- 測定値が目標値より小さいほど、2つ目の音が高くなります。

レットオフボタンやキャプスタンを調整する際、技術者はアクションに視線を集中しているため、ディスプレイとアクションの間を何度も見比べる必要がなくなり大変便利です。

2つの音がほぼ同じ高さで鳴れば、測定値が目標値に達しています。

測定画面で「TONE: 3」を押すと対象パラメーターを切り替えます（測定範囲を制限している場合は該当する項目のみ選択可能です）。

- 「TONE:」青：レットオフ（LETOFF）の音フィードバック
- 「TONE:」緑：ドロップ（DROP）の音フィードバック
- 「TONE:」黄：バックチェック（CHECK）の音フィードバック
- 「TONE:」赤：打弦距離（BLOW）の音フィードバック
- 「TONE:」灰：音フィードバック オフ

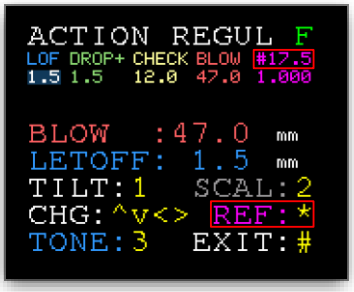
切り替え順序は「青 → 緑 → 黄 → 赤 → 灰」です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.4 基本測定：STRING、HAMMER-TO-STRING、SCAL QUICK

PMPはハンマーヘッドの位置を弦の下面を基準にして測定します。そのため、あらかじめ弦の位置を基準として記録しておくことで、レットオフ・ドロップ・バックチェック・打弦距離の各距離を算出できます。
1音ごとの測定には「REF: *」から STRING または HAMMER-TO-STRING を使用します。複数音にわたる区間を扱う場合は「SCAL: 2」から SCAL INSTR または SCAL BENCH の QUICK を選択します。これらの基本測定では、楽器データセットや保存済みセクションを事前作成する必要はありません。

5.4.1 STRINGモード



STRING モードはダンパーが未装着で、打弦ライン付近の弦を真上から直接測定できる場合に使用します。

センサーが弦の上面を検出し、設定された弦径ぶん下方へ補正することで、ハンマーが当たる弦下面を正確な基準として設定します。

「action regul.」を初めて起動したときは標準でこのモードが有効になっており、画面右上に紫字で次の情報が表示されます。

- 上段：弦番手（#）
- 下段：正確な弦径（mm）

測定する音に合わせて、上下キーで弦径をいつでも変更できます。刻み幅は 1.25 mm 以下が 0.025 mm、1.25〜1.70 mm が 0.05 mm、それ以上が 0.10 mm です。

番手間の差はごく小さいため、おおよその設定で十分です。

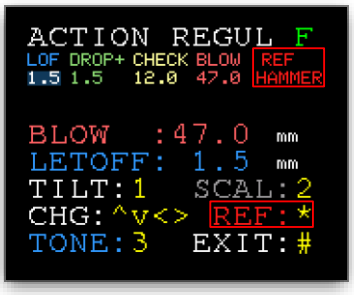
- 隣り合う番手の差：0.025 mm（25 µm）
- 4番手分の差：わずか 0.1 mm（1/10 mm）

適切な弦径を設定し、センサーを弦の上からゆっくり通過させてハンマー頂点へ移動します。弦を横切る際にPMPが自動で弦高基準を検出し、確認音が鳴ります。続いて鍵盤を操作して整調値を測定します。次の音へセンサーを移すと、その音の弦を通過する際に自動で新しい基準が取得されます（弦の太さに合わせて弦径を更新してください）。STRING モードは TILT オン／オフ両対応ですが、TILT オフ時は前述のとおり測定可能範囲が制限されます。

重要なお知らせ：低音の巻線（銅巻弦）では銅の巻き溝がレーザー光を乱反射する場合があります。設定弦径が 1.80 mm 以上になると「WOUND STRINGS!」の警告が表示されるため、OK で確認のうえ、単音測定なら「REF: *」で HAMMER-TO-STRING へ切り替えるか、「SCAL: 2」から適切なセクション測定方式を選択してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.4.2 HAMMER-TO-STRINGモード

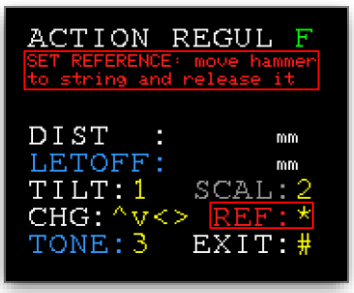


ダンパーを取り付けていると、弦が隠れて直接測定できません。
その場合は HAMMER-TO-STRING モードを使います。

- センサーで、弦の真下にあるハンマーの頂点を測定します。
- その測定値を弦下面の基準にします。
- ハンマーシャンクフックでハンマーヘッドを弦に当たるまで持ち上げ、離します。

* キーで両モードを切り替えます。

現在のモードは画面表示で確認できます。

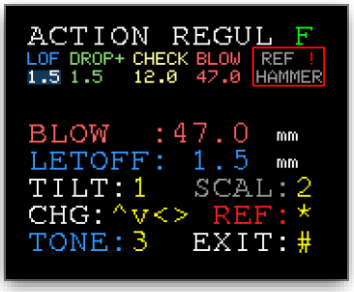


- STRING モードでは REF: が紫色で、弦径を表示します。
- HAMMER-TO-STRING モードでは REF: が赤色で、弦径の代わりに REF HAMMER が赤色で表示されます。

取得した HAMMER 基準はセンサーを動かしても保持されますが、基準位置から左右に 10 mm 以上離れると右上の「REF」「HAMMER」が灰色に変わり、「REF」の横に赤い「!」が点灯して、元の音から外れた基準を使っていることを知らせます（別途警告画面は出ません）。

新しい音では基準を取り直してください。* を2回押して一度 STRING を経由し再び HAMMER-TO-STRING に戻してから、その音のハンマーを弦まで持ち上げて離します。元の基準音の範囲へ戻すと、「REF」「HAMMER」は再び赤色になり「!」も消えます。

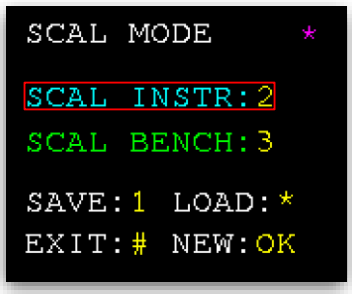
センサー移動後の警告表示の例：

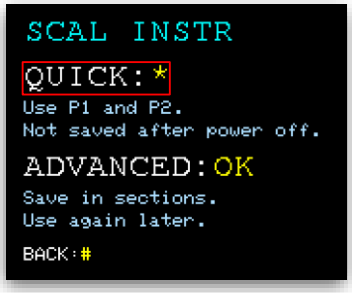


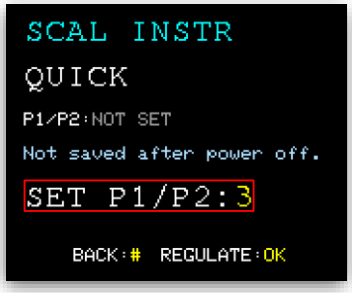
ダンパー装着時の光路確保は「基本セットアップ：ガイドレールとセンサー」に従ってください。HAMMER-TO-STRING は TILT オン／オフ両方に対応します。TILT オフ時は弦接触位置とレットオフ位置の中間へスポットを振り分けます（同じレール位置では打弦距離は同時測定できません）。接触基準を取ったら、鍵盤をゆっくり押してレットオフとドロップを確認します。複数音の個別基準を連続保存したい場合は、後述の ADVANCED の「HAMMER EACH」を使用します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.4.3 SCAL INSTR QUICK：楽器内での整調







QUICK は両端2音の接触記録から直線の弦高基準を作成します。図の例では20音の低音セクションを対象に最初と最後の音を取得します。保存スロットは不要で、基準はその作業セッション中のみ有効です。

1. 作業場所として INSTR を選択する

測定画面で「SCAL: 2」を押し、続いて「SCAL INSTR: 2」を選択します（上図の赤枠）。すでに別の SCAL 画面が開いている場合は、「BACK: #」で作業場所の選択画面へ戻ります。

2. QUICK を選択する

「QUICK: *」を押すと、両端2音による簡易基準取得画面が開きます（この手順では ADVANCED は不要です。中央の図を参照）。

3. 両端点 P1 と P2 を設定する

QUICK メニューでは最初 P1/P2 が「NOT SET」になっています。「SET P1/P2: 3」で測定を開始します。P1 は最初に測定する端音、P2 は反対側の端音です。左右どちらの端から始めてもかまいません。

セクション全体を通してガイドレール、センサー高さ、傾き、およびアーム角度を変えずに保ってください。ダンパー装着時は「基本セットアップ：ガイドレールとセンサー」のとおりダンパー間からハンマーへレーザーが届く状態にします。

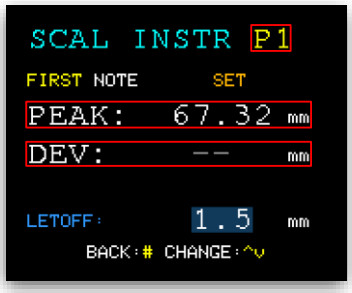
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

HAMMER-TO-STRING で第1端音（P1）を記録する



4. P1 へ合わせて目標レットオフ値を設定する

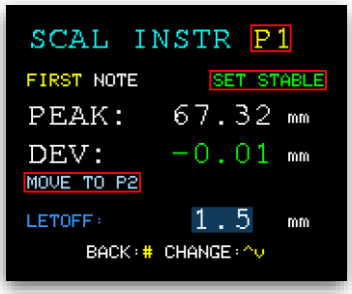
最初の端音のハンマー頂点にレーザーを合わせ、「LETOFF」にこの端で目標としたいレットオフ値（例：1.5 mm）を上下キーで設定します。SCAL INSTR では弦に当てたハンマーから直接基準を取るため、現在の実測レットオフ値を事前に知っている必要はありません。



5. ハンマーを弦まで持ち上げる

ハンマーシャンクフックでハンマーを弦に接触するまで持ち上げて離します（画面は開いた直後から測定待機状態です）。

有効な接触が検出されるとオレンジ色で「SET」が表示され、「PEAK」に接触位置の値が記録されます。これは基準用の接触位置であり、レットオフ値（1.5 mm）ではありません。



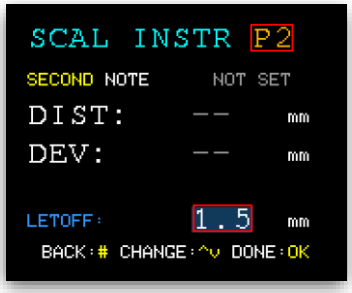
6. 同じハンマーで繰り返し確認する

もう一度同じハンマーを弦まで持ち上げて離します。「DEV」に同じハンマーの直前回との差が表示されます（例では直前の測定との差は 0.01 mm）。3回安定して一致すると緑色で「SET STABLE」と「MOVE TO P2」が表示されます。

有効な記録は1回でも採用可能ですが、繰り返すことで頂点を安定して捉えているか確認できます。DEV が大きくばらつく場合は、スポット位置や持ち上げ方を見直してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

第2端音（P2）を記録してセクションを整調する

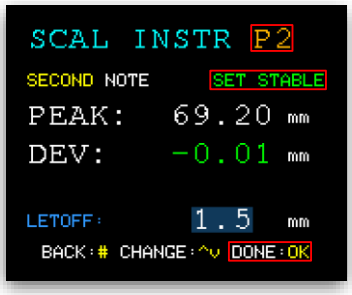


7. 反対側の端へ移動する

P1 で有効な記録を1回以上取得したら、センサーをセクション反対側の最終音へ移動します。10 mm 以上動かすと P1 が確定して自動で P2 へ切り替わります。このときアーム角度は絶対に動かさず、すぐ隣の音を P2 として記録しないようにしてください。

8. P2 を測定して完了する

反対側端音の目標 LETOFF 値（例では同じく 1.5 mm）を確認し、ハンマーを弦まで持ち上げて離します。P1 と同様に PEAK・DEV・SET STABLE で安定性を確認し、「DONE: OK」で完了します。



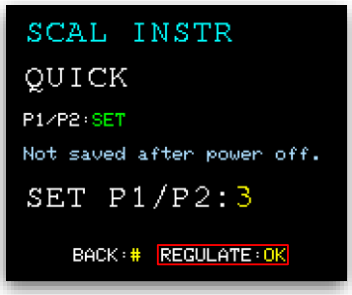
9. 作成した基準で整調を行う

P1/P2 が「SET」になります。「REGULATE: OK」で測定画面へ移ると、両端点を結ぶ直線基準に対して中間の音を測定・整調できます。

適切な TILT 傾きがあれば4項目すべてを同じセットアップで測定できます。TILT オフ時は前述の測定範囲制限が適用されます。TONE 機能で音による確認も利用できます。

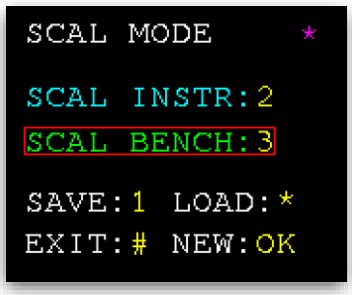
両端で異なる目標値も設定可能です（例：P1 を 1.5 mm、P2 を 1.1 mm とすると中間点では 1.3 mm）。なお、QUICK では両端間の弦面を直線とみなすため、局所的な弦高の凹凸まで反映したい場合は後述の ADVANCED 手順を使用します。

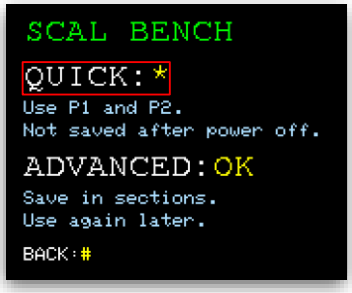
電源を切ると QUICK の基準は消去されるため、次回は再取得が必要です。

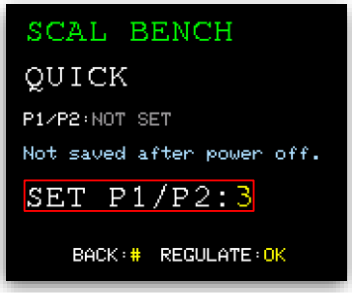


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.4.4 SCAL BENCH QUICK：作業台での整調







SCAL BENCH QUICK は、両端2音の楽器内での実測レットオフ値をもとに、作業台上に弦高基準を再現する機能です。全音の弦高スキャンや保存スロットの設定は不要です。

1. 楽器内で両端2音の実測レットオフを測定する

セクションの最初と最後の音について、HAMMER-TO-STRING などで現在の実際のレットオフ値を確実に測定し控えておきます（例：1.8 mm と 1.6 mm）。この段階で両端音を最終目標の 1.5 mm に整調しておく必要はありませんが、作業台での照合が完了するまでそのレットオフ状態を絶対に動かさないでください。

2. 作業台にセットアップする

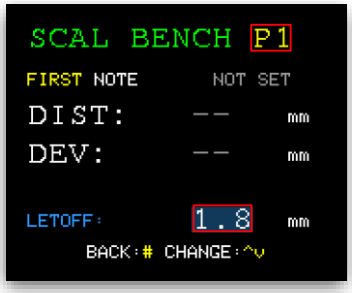
アクションを作業台に安定して置き、ハンマーヘッドの上方にガイドレールを作業台面とほぼ平行に設置します。SENSOR 2 を後ろ側（REAR）に装着し、センサーアームをまっすぐにしてハンマー軌道に合わせて傾け、4項目すべてを測れるよう TILT をオンにして上下の測定範囲を確認します。

3. BENCH と QUICK を選択する

「SCAL: 2」から「SCAL BENCH: 3」「QUICK: *」の順に選び、QUICK メニューで「SET P1/P2: 3」を押して開始します（3つの図を参照）。必ず楽器内で実測値を控えたのと同じ両端2音を使用してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

P1：第1端音を作業台へ移行する



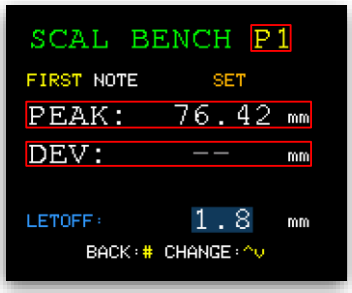
4. 楽器内での実測値を入力する

同じ第1端音のハンマー頂点（可能な限り楽器内と同じ測定箇所）にレーザーを合わせ、「LETOFF」に先ほど楽器内で測った実測値（ここでは 1.8 mm）を入力します。ここに入力するのは最終目標値ではなく、未変更のままのサンプル音の実測レットオフ値です。

5. レットオフするまでゆっくり押鍵する

ハンマーがレットオフするまで鍵をゆっくり押し下げ、その後完全に離してハンマーを静止位置へ戻します。レットオフを止めた状態では測定できないため、フェルト帯を挟んでいた場合は必ず外しておいてください。

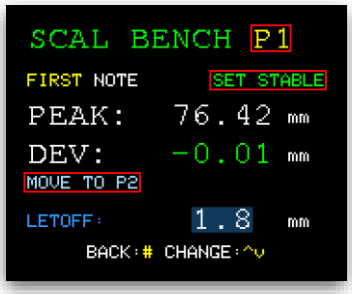
PMPは作業台上でのレットオフ位置を測定し、入力された 1.8 mm と組み合わせて、そのハンマーの上方に本来あるべき弦の位置を逆算します。有効な記録が得られるとオレンジ色で「SET」が表示され、「PEAK」に測定値が保持されます。



6. 同じ押鍵を繰り返して確認する

センサーを同じ頂点位置に保ったまま、再びゆっくりレットオフさせて完全に離します。「DEV」に同じ音での直前回との差が表示されます。例では -0.01 mm と表示され、前回との差は 0.01 mm です。

3回安定して一致すると緑色の「SET STABLE」と「MOVE TO P2」が表示されます。これは品質目安であり1回の有効記録でも進行可能ですが、値が大きくばらつく場合はスポット位置やレットオフ機構の機械的安定性を先に確認してください。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

P2：第2端音を移行して整調する

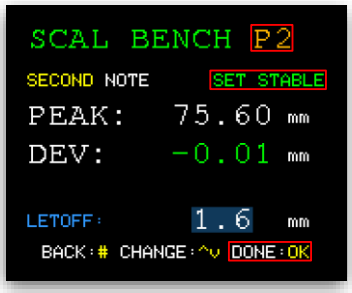


7. 反対側の端音を測定する

P1 で有効な記録を取ったらセンサーを反対側端音へ移動します（10 mm 以上動かすと P1 が確定し P2 へ切り替わります）。「LETOFF」に第2端音の楽器内実測値（ここでは 1.6 mm）を入力してください。誤って第1端音の値や最終目標値を入れないよう注意します。

8. 繰り返し確認して DONE で完了する

鍵をゆっくり押し下げてレットオフさせ、完全に離します。P1 と同様に PEAK・DEV・SET STABLE で安定性を確認し、「DONE: OK」で確定します。これで両端音からセクション全体の直線弦高基準が確定します。



9. ここで初めて目標値を設定して整調する

QUICK メニューに「P1/P2: SET」と表示されます。「REGULATE: OK」で測定画面へ入り、ここで初めて希望の目標値（例：レットオフ 1.5 mm）を設定します。これまで触らずにいた両端音も含めて整調してください（先ほどの 1.8 mm・1.6 mm は実際の弦位置を移行するためだけの入力値です）。

ガイドレール、アーム角度、センサー高さ・傾きはそのまま維持します。適切な TILT 設定により、4パラメーターすべての測定・調整・再確認を同じセットアップで行えます。メニューを開いた後も「REGULATE: OK」で測定画面へ戻れます。

両端サンプル音は再現性の高いレットオフ値を示す必要があるため、必ず複数回確認してください。端点の誤差は中間音すべてに影響します。また QUICK では中間音の局所的な弦高差は反映されないため、個別弦高を反映するには次章の ADVANCED を使用します。電源を切ると QUICK 基準は消去されます。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.5 ADVANCED：実測した弦高に基づく整調

作業台上には基準となる弦が存在しないため、従来は定規・ゴム紐・打弦板といった直線的な補助基準に合わせて整調していました（P1/P2 測定も両端を結ぶ直線基準です）。しかし実際の弦面には途中で高低差があるため、直線基準で均一に整調しても、楽器内へ戻したときにすべての音で弦との距離がそろうとは限りません。

PMPは楽器内で1音ごとの実際の弦高を記録し、それを作業台での整調にそのまま反映できます。これにより、作業台にいながら各音の実際の弦との距離に合わせて精密整調を完了でき、直線基準による誤差を楽器内でやり直す手間を省けます。

3つの要素を分けて記録・設定する

まず「弦高基準」で各音の弦位置を記録し、その基準を使って楽器内でいくつかのサンプル音の「実測レットオフ値」を測ります。次に同じサンプル音（未変更のまま）を作業台上で再測定すると、作業台でのレットオフ位置と楽器内での実測レットオフ距離から、各ハンマー上方の実際の弦位置が作業台上に再現されます。「目標値」はその後に最終仕上げ寸法として別途設定します。

MATCH INSTR 用のサンプル音は事前に目標値へ整調しておく必要はありません。重要なのは楽器内での実際のレットオフ値を記録し、作業台での照合が終わるまで一切いじらないことです。再現性が安定していれば 1.8 mm でも 1.5 mm と同様に基準として使えます。

全体の作業フロー

スロットとセクションの割り当て

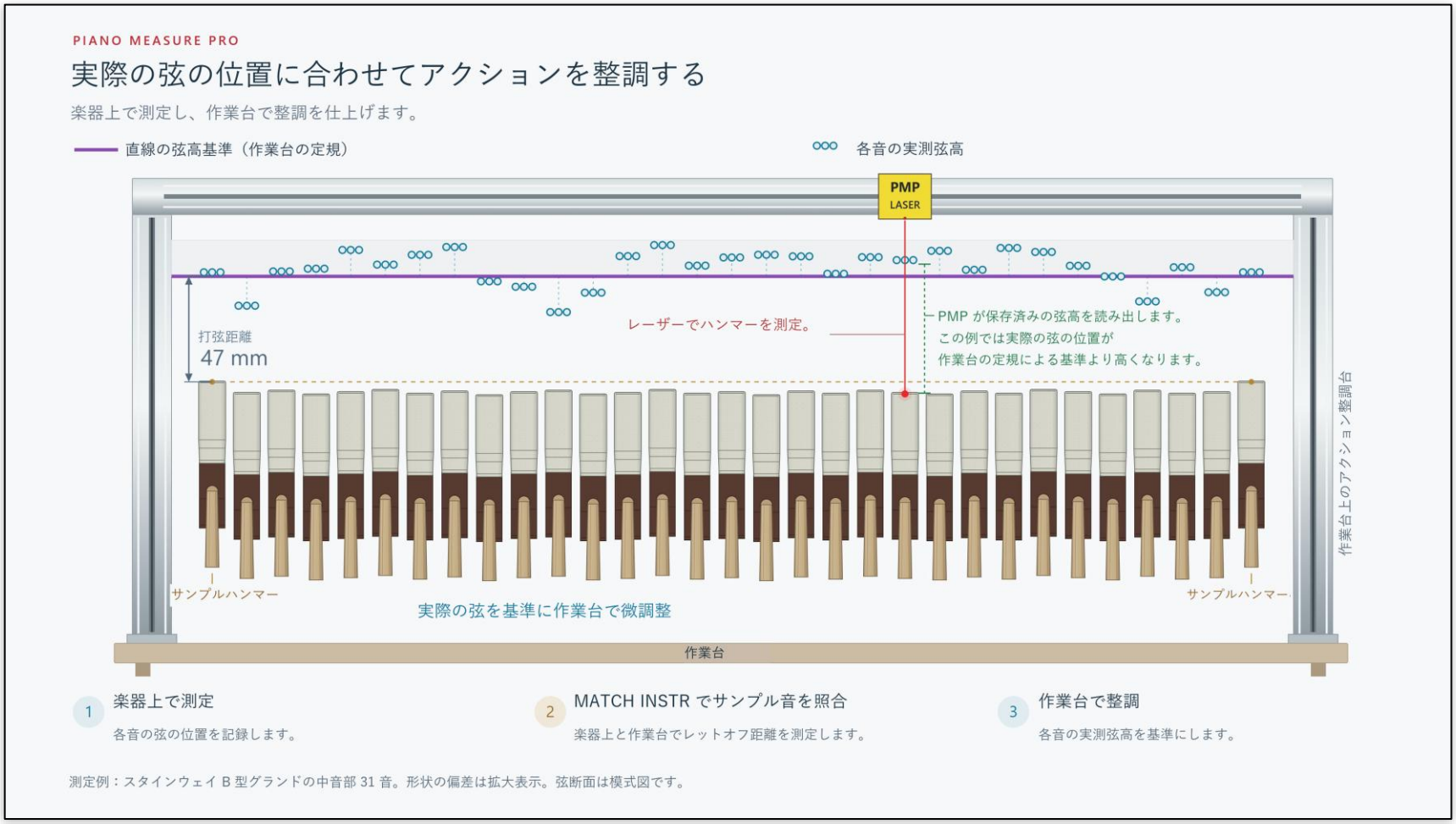
「スロット（Slot)」はピアノ1台分のデータセットを保存する場所、「セクション（Section)」は低音部・中音部などの連続区間です。「INSTR」は楽器内、「BENCH」は作業台での測定を意味し、同じ区間には両方の作業場所で同じセクション番号を使用します。

以下の高度な手順は、各音の弦高基準を保存して作業台で活用する場合に使用します。まず楽器を適切なセクションに分け、各セクションでセンサー設定を変えずに「弦高基準の記録 → サンプル音の実測レットオフ記録」を続けて完了してから次のセクションへ進みます。次に作業台で共通の位置基準を設定し、各セクションを MATCH INSTR で照合した後、希望の目標値を設定して1音ずつ整調します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

弦高プロファイルと作業台基準の仕組み

紫色の直線が従来の定規による直線基準、小さな青い丸が楽器内で測定した各音の弦高です。赤いレーザー光がハンマーヘッドを測り、緑色の区間がその音の保存済み弦高基準に対する距離を示します（プロファイルの凹凸は分かりやすくするため拡大表示しています）。



この概念図は弦高基準と作業台上での測定を示しています。47 mm は両端サンプルハンマーの打弦距離の例です。MATCH INSTR ではサンプル音の実際のレットオフ値を測定するため、事前に特定の目標値へ整調しておく必要はありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.6 保存済みセクションのセットアップと作業再開

基本セットアップと TILT 設定の考え方はここでも同様です。保存済みセクションでは、これに測定点の正確な対応付けと再現性のある設置手順が加わります。楽器内での本測定に入る前にまずアクションを下準備し、その後セクションごとに固定したアーム角度でセットアップを行います。

基準取得前の準備

INSTR での測定前に、ハンマーの弦合わせと横流れ（走りの狂い）の修正を済ませておきます（手順は下記ヒント「作業台でレーザーを使ってハンマーの走りを確認する」を参照）。ハンマーフレンジやレットオフに影響する部品に手を加えた場合は、楽器内での実測レットオフを取り直してください。INSTR 測定と MATCH INSTR の間はサンプル音を変更してはいけません。

5.6.1 作業台で基準を取得する前にハンマーの走りを確認する

作業上のヒント：作業台でレーザーを使ってハンマーの走りを確認する（横流れの修正）

この確認および修正はアクションの下準備として、楽器内での本測定（INSTR）の前に実施します。後から修正した場合は、MATCH INSTR を行う前に対象音の楽器内測定値を取り直してください。

作業台上でガイドレールを作業台面とほぼ平行に設置し、センサーアームをまっすぐにしてハンマー軌道に合わせてセンサーを傾けます。周囲のハンマーと見比べてまっすぐ上昇しているハンマーを1本選びます。

選んだハンマーを静止位置と上昇位置の間でゆっくり動かし、レーザースポットが左右にずれないことを確認します。左右へ流れる場合はまずガイドレールの向きを確認・微調整します（前後方向の動きはセンサー傾きで合わせます）。

基準ハンマーでスポットが左右にぶれなくなったら、レールとセンサー設定を保ったまま他のハンマーを順に確認します。ハンマーが横流れしていればスポットの左右移動として明確に見えるため、ハンマーフレンジに紙を挟むなどして走りを修正し、即座にレーザーで再確認できます。

より分かりやすい目印として、あらかじめ楽器内で弦の位置をハンマー頂点へ転写しておく方法もあります。まず全ハンマーの弦合わせ（PMP の spacing 機能など）を行い、ハンマーヘッドの上にカーボン紙を置いて弦へ強めに打弦し、頂点に軽い弦跡を付けます。

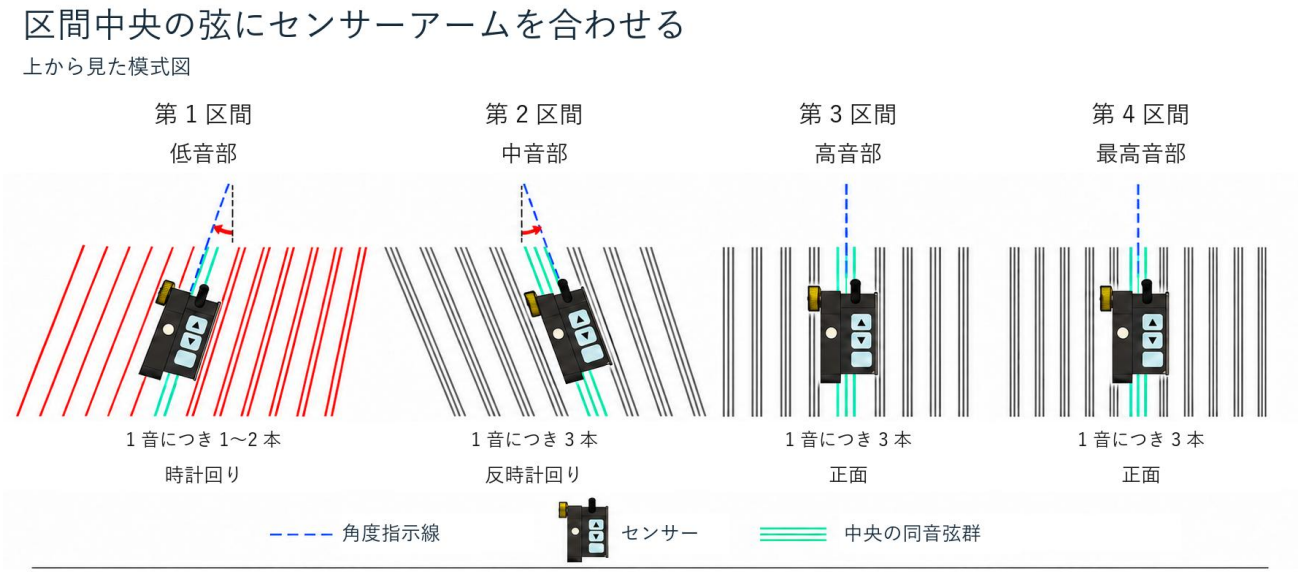
作業台で打弦位置の弦跡にレーザースポットを正確に合わせ、ハンマーを静止位置へ戻したときにスポットが跡から横へずれるかを見ることで、横流れをはっきり確認・修正できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

セクション中央の弦に合わせてセンサーアームを向ける

ダンパー装着時は、レーザー光がダンパーの隙間を往復できるようセンサーアームを回転させます。基準とするのはセクション中央付近の弦です。最初と最後の音に向けて弦の角度が変わる場合があるため、中央に合わせた中間角度を選び、両端の音でも光路が通るか確認します。

上から見て、低音部では時計回り、低めの中音部では反時計回りにアームを回します。一度記録を始めたセクション内では、1音だけ再測定する場合であってもこのアーム角度を変えてはいけません。



同一区間でも弦の角度にわずかな差があります。

区間中央の弦にアームを合わせ、その区間を測り終えるまで同じ位置を保ちます。

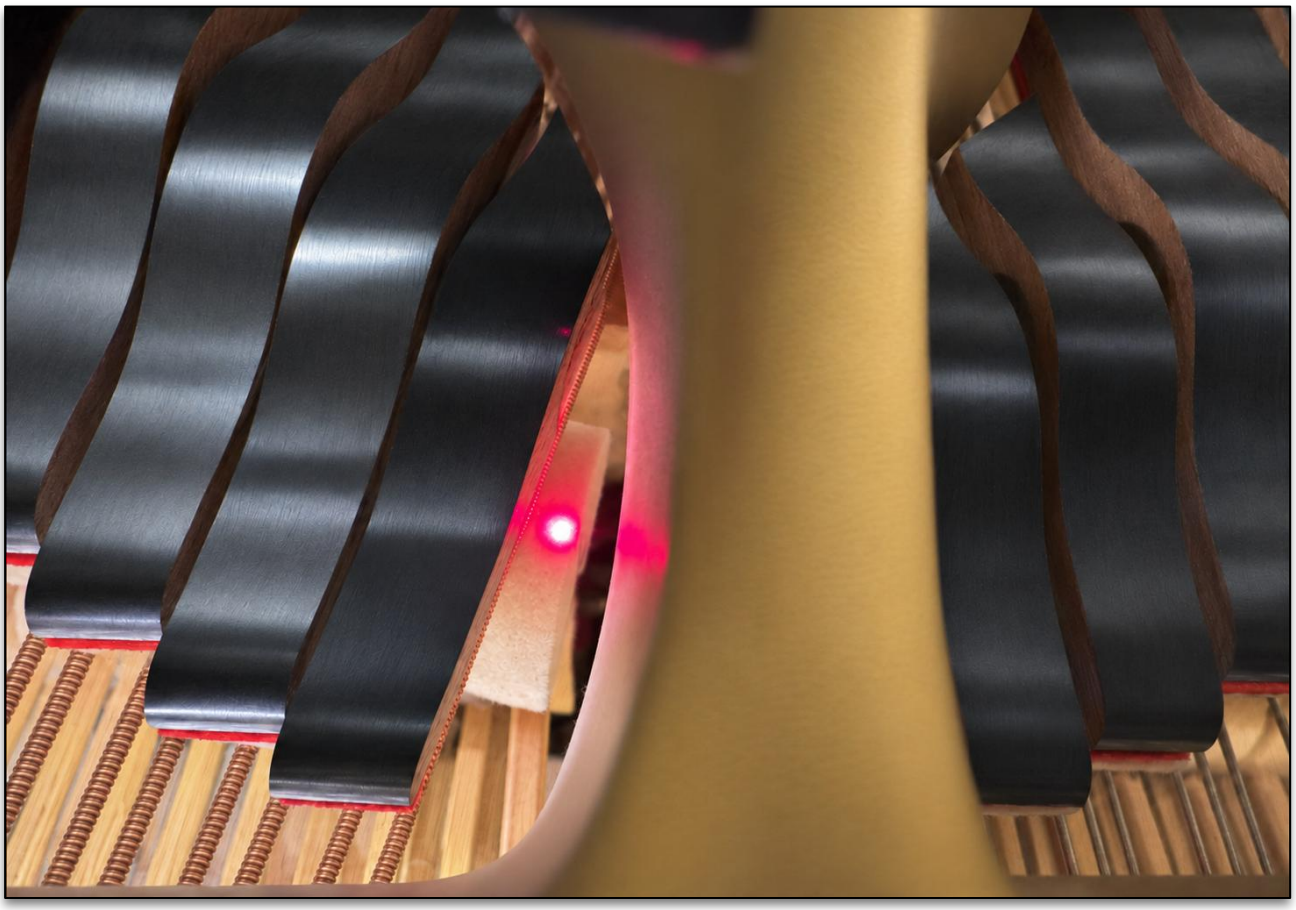
演奏者側から見た上面図。中央の緑色で示した弦を向き合わせの基準にします。青い破線は弦の方向を示す補助線であり、センサーアーム自体を表すものではありません。設定したアーム角度はセクション内で維持してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

セクション最初と最後のハンマーに合わせてガイドレールを配置する

最初のハンマーを弦まで持ち上げ、打弦位置のハンマー頂点にレーザーが当たるようガイドレールを前後へ動かします。セクション最後のハンマーでも同様に確認し、両端の中間位置へレールを調整します。この際、センサー高さ・傾き・アーム角度は変更しないでください。

両端および途中の測定点すべてにレーザーが届くことを確認してからセクションの記録を始めます。最初または最後の音など適切な基準ハンマー1本を選び、頂点上の正確な測定点に印を付けておきます（後ほど作業台の MATCH INSTR で使用します）。



ダンパーと鉄骨フレーム支柱の間からハンマー頂点に当たっているレーザースポット。後日の作業台測定のため、選んだ基準ハンマー上の左右方向の測定位置を明確に印しておきます。

2種類のマーキングの役割

ハンマー上の印は正確な測定点を、ピアノケース上の印はガイドレールの設置位置を記録するものです。作業再開時には両方が必要であり、一方が他方の代わりになることはありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

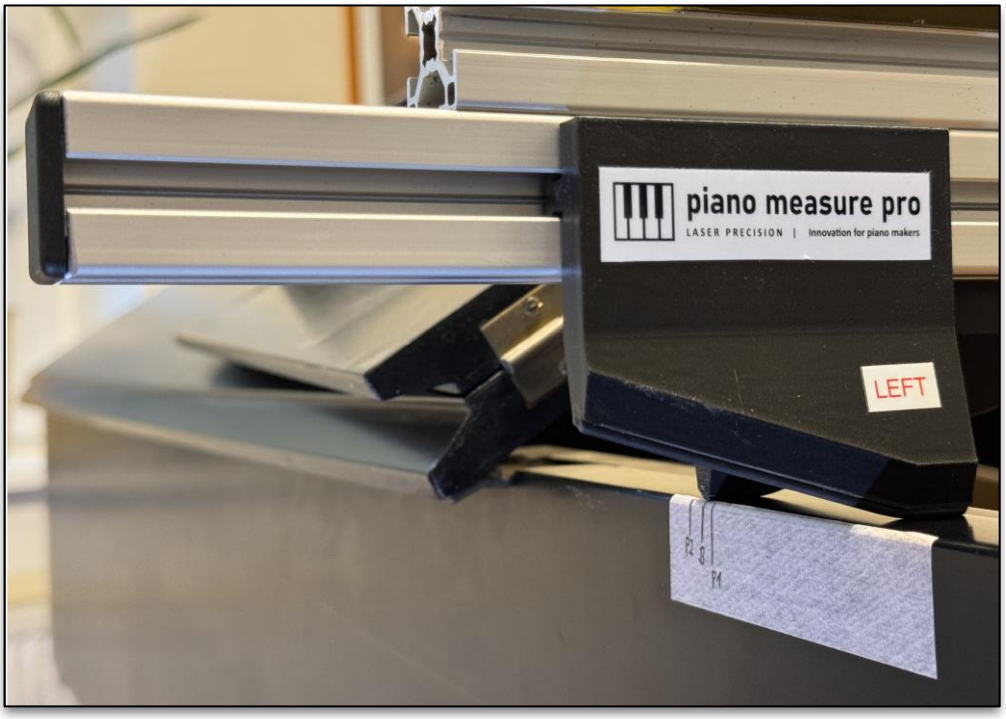
セクションごとにガイドレール位置をマーキングする



後で正確に再設置できるよう、デリケートな塗装面を傷めない弱粘着マスキングテープ（例：tesa Precision Mask Sensitive 4333 など）をピアノケース外側面に貼ります。後ろ側の支持部をケース側面と面一に合わせ、短いゴムコードが接する位置にテープ上へ目印線を引きます。

左右両側の支持位置に印を付け、セクション名が分かるようにラベルを書き添えます。これによりガイドレールを素早く正確に元の位置へ戻せます（Key Level での再現設置と同じ考え方です）。

テープの印で復元できるのはガイドレールの位置です。加えて、そのセクション用のアーム角度を戻し、印を付けたハンマーまたは保存済みの弦で位置基準（REFPOS）を確定してください。



ケース側面と面一に揃えた後ろ側支持部のゴムコード位置に付けた目印。



複数の線でセクションごとのガイドレール位置を区別します。どのセクションの印か一目で分かるよう記号を書き込んでおきます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

カポバー領域での光路確保

高音部では、まずまっすぐなセンサーアームと REAR 配置で弦直下のハンマー頂点にレーザーが届くか確認します。機種によってはカポバーが垂直光路を遮るため、その場合はセンサーを逆向き（上向き）に傾けてみてください。後ろ斜めから照射することでカポバーを避けてハンマーへ届くことがよくあります（この傾きは常に必要なわけではありません。最初と最後の音で到達を確認してください）。

2枚の写真は、光路が遮られた状態とセンサーを上向きに傾けて解決した状態を示しています。この傾きは弦付近へアクセスするためのものであり、全行程の追従用ではありません。したがって基準取得およびレットオフ測定時は TILT をオフのままにします（弦とレットオフ間の短い距離では軌道補正は不要です）。このセットアップでは打弦距離は測定しません。



センサーが水平のままだとレーザーがカポバー部の鉄骨に当たり、ハンマー頂点に届かない例。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

カポバー付近の測定点を確認する



センサーを上向きに傾けることで、カポバー付近のハンマー頂点にレーザーが届きます。この傾きは測定開始前にセクション全体に対して決め、その後は変更しないでください。

セクション内の全音で到達を確認して角度を維持します。それでもハンマーヘッドにレーザーが届かない場合は、カポバー直前の見えている弦を上から STRING SCAN で測定して弦高プロファイルを取得し、適切なサンプル音のレットオフ値を「特例（カポバー）：弦スキャンとレットオフ0.00 mm」の手順で設定・入力します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

実例：スタインウェイ B型における4セクションのセットアップ

ダンパーを装着したままのグランドピアノの例です。セクションごとにアーム角度やセットアップが変わるため、楽器内（INSTR）では共通の位置基準を使わず、各セクションに個別の位置基準を設定します。これらの INSTR 記録では TILT はオフのままにします。

セクション 1：低音部（20音）

センサーアームを時計回りに回し、低音部中央付近の弦とほぼ平行にします。センサーは水平に保ち、最初と最後のハンマーに合わせてガイドレール位置を決めてマーキングします。後日の照合用に、最初または最後のハンマー上の明確な測定点を1か所印しておきます。



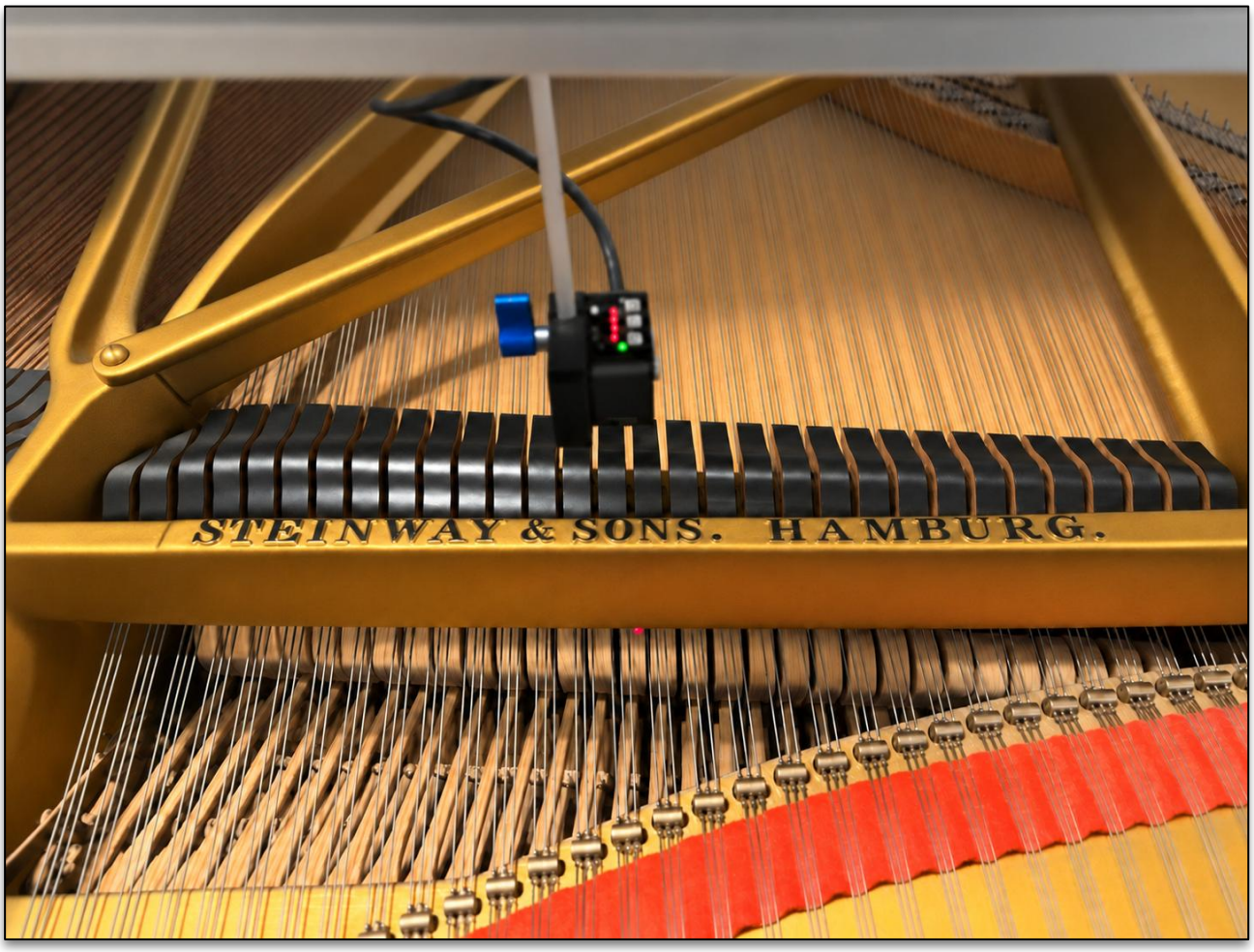
低音部：弦に合わせて回転させたセンサーアームと、傾きなしの水平センサー。

この区間には HAMMER EACH が適しています。数音だけ接触を取る場合はハンマーシャンクフックで引き上げ、多数の音を連続記録する場合はフェルト帯でレットオフを止めて鍵盤から操作します。続いて同じセンサー姿勢のまま実測レットオフを測定します（このレール位置では打弦距離は測定しません）。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

セクション 2：中音部（31音）

中音部ではセンサーアームを反時計回りに回し、再びセクション中央の弦に合わせます。センサーは水平のまま TILT オフとし、両端を確認したガイドレール位置をテープ上に専用の印で記録します。



中音部（31音）：中央の弦に合わせて反時計回りに向けたセンサーアーム、水平センサー、TILT = 0。

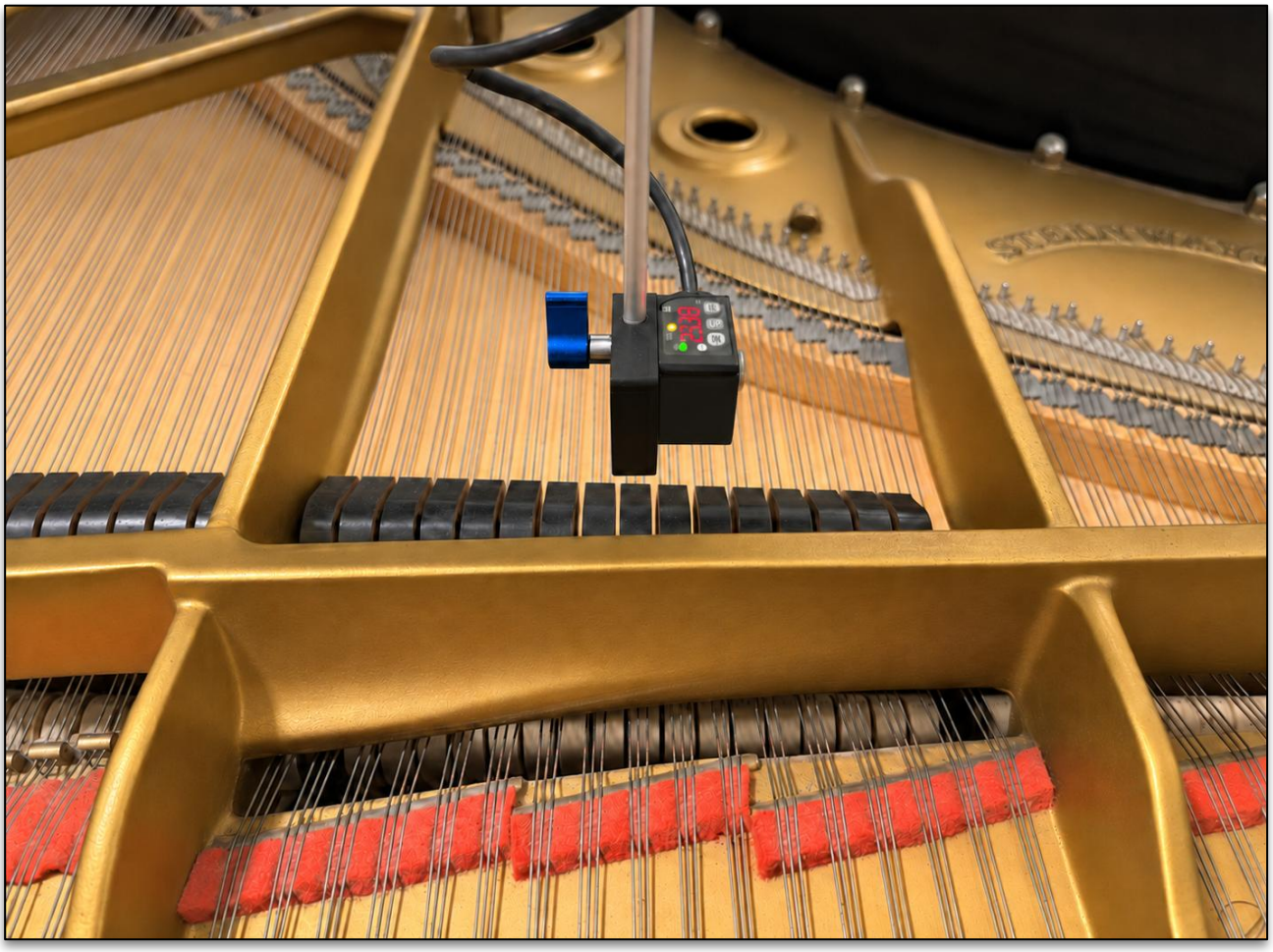
このセクション用にケース上の専用目印と、最初または最後のハンマー上の明確な測定点を決めます。HAMMER EACH で弦高基準を取得し、直後に同じセンサー姿勢のまま実測レットオフを測定します（打弦距離はここでは測定しません）。

各セクションで必ず事前に全音の往復光路を確認し、必要なアーム角度の変更は記録開始前に済ませます。記録中に弦の角度が音ごとにわずかに変わっても、アーム角度を途中で動かさないでください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

セクション 3：高音部（まっすぐなセンサーアーム）

センサーアームをまっすぐ戻し、高音部用にガイドレールを配置します。まず傾きなしで全ハンマーヘッドの弦直下にレーザーが届くか確認し、カポバーが光路を遮る場合にのみ前述の上向き傾きを使用します。この上部測定でも TILT はオフのままです。弦に接したハンマーにレーザーが届く限り HAMMER EACH が使用できます。



高音部：センサーアームはまっすぐ。上向き傾きが必要かどうかはカポバー周辺のクリアランス次第です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

セクション 4：最高音部（STRING SCAN 使用）

弦に接したハンマーヘッドへの光路が確保できない場合は、カポバー直前（打弦ラインのすぐ近く）のダンパーがない弦をレーザーでスキャンできる位置へガイドレールを合わせます。この位置の弦高プロファイルは打弦ライン上とほぼ同一です。センサーアームはまっすぐのまま STRING SCAN を使用します。

カポバー手前の非ダンパー弦をスキャンした後、MATCH 用のサンプル音が弦の直下でレットオフするように調整し、実測値 0.00 mm を MANUAL LETOFF に入力します。詳しい手順は「特例（カポバー）：弦スキャンとレットオフ0.00 mm」を参照してください。

記録完了後に作業台へ移行する

楽器内の4つのセットアップはそれぞれ独立していますが、作業台ではまっすぐなセンサーアームと通常のハンマー軌道用傾きに統一して作業します。まず共通の BENCH 位置基準を設定し、続いて各セクションを MATCH INSTR で紐付けます。スロット作成から整調までの具体的手順は次の「ADVANCED：楽器上と作業台での手順」で解説します。

重要：ケース上のテープ目印は楽器内での機械的セットアップを再現するためのものです。これに対し、共通の BENCH 位置基準と MATCH INSTR は、保存済みの測定点を作業台へ対応付け、弦高基準を移行するための機能です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7 ADVANCED：楽器上と作業台での手順

以下の ADVANCED 作業手順では、新規楽器データセットの作成から弦高基準の取得、作業台上での整調までを一貫して解説します。事前のセットアップは「保存済みセクションのセットアップと作業再開」に従って行ってください。個別のメニュー機能や代替手順については、続く「SCAL ADVANCED：基準とデータセット」で説明します。



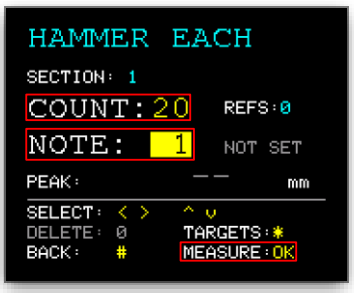
5.7.1 楽器内での開始：スロット、セクション、測定点

1. 空きスロットに新しい楽器データセットを作成する

「action regul.」を起動し、FINE または COURSE を選択して「SCAL: 2」を開きます。SCAL MODE で「NEW: OK」を選び、「FREE」と表示された空きスロットを数字キーで選択します（図の例ではスロット 3）。このスロットにすべてのセクションと楽器内・作業台双方の測定値が保存されます。続いて「SCAL INSTR: 2」「ADVANCED: OK」を開きます。

2. 実際のセクション区分を設定する

弦の張設区間および必要なセンサーアームの向きに応じてセクションを分けます。例では低音部 20 音、中音部 31 音、高音部2区画（17 音・20 音）としていますが、他の楽器では実際の構成に合わせて設定してください。低音部には SECTION 1 を選び、「HAMMER EACH: 5」で COUNT を 20 に設定します。NOTE は鍵盤全体ではなく、そのセクション内の通し番号です。



3. 後から確実に再現できる基準点をマーキングする

セクション内の適切なハンマー（最初または最後の音など）を1本選び、測定点のすぐ横に細い鉛筆で印を付けるなどして、ハンマー頂点上の正確な位置を確実に特定できるようにします。セクション番号・音番号・印の位置をメモしておくと、後ほど作業台の MATCH 照合で同じ左右位置を正確に再現できます。なお、HAMMER EACH の記録は必ずしもその音から始める必要はなく、セクション内のどのハンマーから始めてもかまいません（20 音の低音部の例では音 1 から開始。NOTE は実際に開始するハンマーの番号に合わせてください）。

この印は、後で作業台上で最初の MATCH 照合を行う際に必要です。印が示すのはハンマーヘッド上の測定箇所です。センサーアームの位置だけを記録しても、その箇所は特定できません。他の音でも、再び確実に見つけられる箇所にレーザーを当ててください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.2 ダンパー装着時：レーザー光路とセンサーアームの位置合わせ

記録を始める前に、対象セクションのセットアップを確認します。すなわち REAR 配置、適切なセンサー高さ、ダンパー間の往復光路の確保、およびピアノケース上にマーキングしたガイドレール位置です。光路の確保と鍵盤シフトの手順は基本セットアップで説明したとおりです。

センサーアームを弦の方向に合わせる

セクション中央付近の弦に合わせてセンサーアームを回転させ、両端の音でも光路が通るか確認します（低音部は時計回り、低めの中音部は反時計回り）。セクション内で弦の角度がわずかに変わっても、一度決めたアーム角度は記録・測定中に変更しないでください。

アームを大きく横へ回転させた場合は、センサーを長穴の一番奥へ寄せ、水平に保って TILT をオフにします。センサー高さはセットアップ手順どおりに合わせ、セクション両端で確認してください。ここでハンマー軌道用にセンサーを傾けると、ハンマー上昇時にスポットが横ずれして頂点から外れるおそれがあります。

TILT オフ時に測定する項目

スポットをハンマーの上部作業域に合わせ、弦高基準・レットオフ・ドロップを測定します。「MEASURE: 6」で測定範囲「LETOFF/DROP: 2」を選択してください。この配置では打弦距離は同時測定できません（打弦距離を測る場合は「レットオフと打弦距離を別々に測定する」のとおりガイドレールを前後へ移す必要があります）。

ダンパーの間隔が広く、アームをわずかに回すだけで済む場合は、必要なハンマー行程全体にわたって光点がハンマーの頂部から外れないことを確認したうえで TILT を使用できます。ダンパーを外した状態では通常、センサーアームをまっすぐにできます。作業台で4項目を測定する際の標準設定は、アームをまっすぐにして TILT をオンにすることです。

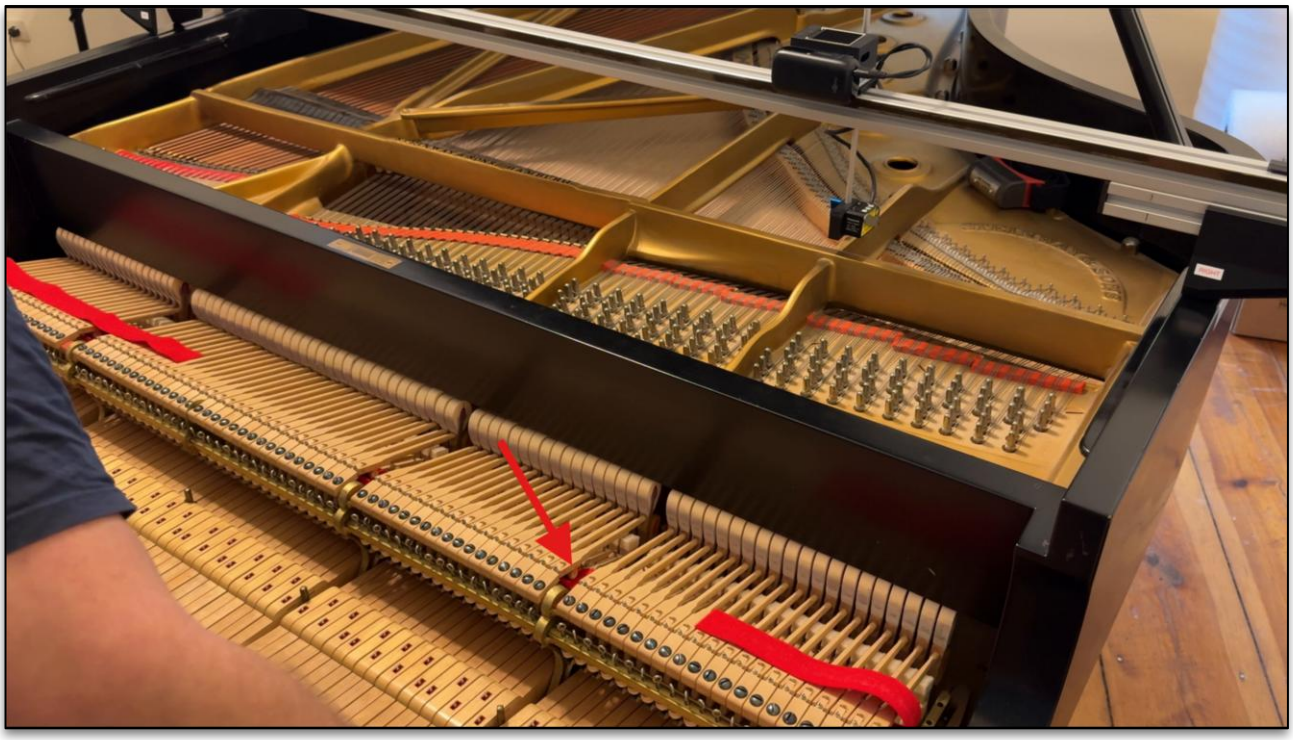
アーム角度が変わる区間ごとに個別の INSTR セクションと個別の位置基準を使用してください。記録前に最初と最後のハンマーに合わせてガイドレールを配置し、ケース上の支持位置をマーキングします。共通の INSTR 位置基準が有効なのは、複数セクションにわたってセットアップを一切変えない場合のみです。個別に記録したセクションであっても、作業台上の MATCH INSTR でそのまま使用できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.3 HAMMER EACH：フェルト帯を使って多数の音を記録する

4. 基準取得のためにレットオフを止める

多数の音の接触基準を連続して記録する場合は、ジャックとハンマーローラーの間に適切な厚さのフェルト帯を挟みます。これにより、鍵盤を押し下げたときに途中でレットオフせずハンマーを弦まで確実に押し当てることができます。通常はレットオフボタンを触る必要はありませんが、レットオフが非常に広く取られている場合はフェルト帯を挟んでも弦の手前で抜けてしまうことがあります。その場合は確実に弦へ当たるまでレットオフボタンを少し弦側へ近づけ、作業台での MATCH 照合が終わるまでその状態を維持してください。写真中の赤い矢印がフェルト帯を挟む位置を示しています。



多数の接触基準を記録する際、フェルト帯でレットオフを止めることで鍵盤操作による連続記録が格段に容易になります。

5. 開始音を選んで記録を始める

HAMMER EACH を開き、COUNT と NOTE を確認します。セクション内のどのハンマーからでも開始できますが、NOTE にはそのハンマーのセクション内番号を正しく合わせてください。持ち上げたハンマーの所定の測定点にレーザーを合わせ、「MEASURE: OK」で記録を開始します。ハンマーが弦に軽く当たるまで鍵盤を押し下げ、その後完全に離します。弦へ強く押し付けず、毎回できるだけ一定の軽い力加減で接触させてください。PMPはその音の打弦高さとセンサー位置を保存します。後日作業台で行う最初の MATCH サンプル測定は、記録済みのどの適切な音でも開始できますが、必ず楽器内と同じハンマー上の左右測定箇所に合わせてください。

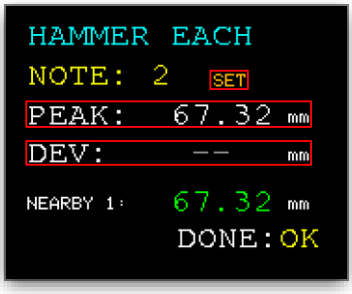
既存の STRING SCAN を照合する目的などで数音のみ接触を取る場合は、フェルト帯を挟まず、ハンマーシャンクフックでハンマーを直接弦まで引き上げて離します。フェルト帯の着脱は多数の音を連続記録する場合にのみ行います。フェルト帯を使用した場合は、続く実測レットオフ測定の前に必ず完全に取り外してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.4 HAMMER EACH：再測定と1音ずつの移動

6. 接触測定の再現性を確認する

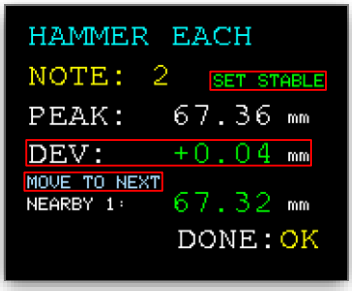
有効な新規記録が取れると「SET」が表示されます。同じ測定点のまま、もう一度ゆっくりハンマーを弦に当てて離します。「PEAK」に記録された接触位置、「DEV」に同じハンマーの直前回との差が表示されます。 これにより、接触とスポット位置が安定して再現されているか確認できます。



3回安定して一致すると「SET STABLE」と「MOVE TO NEXT」が表示されます。これを確認してから次へ進むのが望ましいですが、保存の必須条件ではなく1回の有効記録でも採用されます。DEV のばらつきが大きい場合は、スポット位置と押鍵の力加減を見直して再測定してください。

7. そのまま隣のハンマーへ移動する

センサーアームを回さずに、ガイドレール上でセンサーを隣のハンマーへ横移動します。記録画面は開いたまま NOTE が自動で進みます。ダンパー間から打弦位置のハンマー頂点にレーザーが当たっていることと音番号を確認し、接触・離鍵・再確認をセクションの最後まで繰り返します。新規の全音記録では、未記録のハンマーを飛ばさないようにしてください。

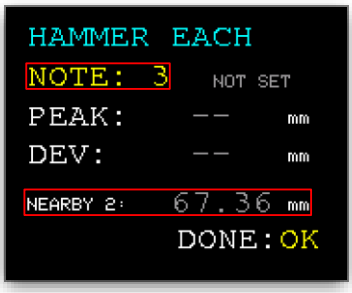


画面例は音 2 での再測定から音 3 への移動を示しています。「NEARBY」はすでに記録済みの隣音の値を示す表示であり、現在のハンマーの再現誤差ではありません。記録済みの音へ再び戻ったときは「SET」が最初白色で表示され、新しく接触を取るとオレンジ色または緑色に更新されます。

8. 記録を完了する

「DONE: OK」で一覧画面へ戻り、記録数（REFS）を確認します（低音部の全音例では 20 音）。抜けている音や不審な音があれば再測定してください。同じセクションにとどまったまま、次の接触確認と実測レットオフ測定へ進みます。

重要なお知らせ： HAMMER EACH とそれに紐づく楽器内（INSTR）の実測レットオフ測定は、同じセンサー姿勢のまま必ず続けて実施してください。接触確認の後、フェルト帯を使用していた場合は外してから、そのセクションのレットオフを測定します（フックで数音のみ接触を取った場合は不要）。別セクション用にアームを動かすのはその後にしてください。REFPOS はガイドレールに沿った横位置だけを復元するものであり、センサー高さやアームの立体的な角度までは復元できません。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.5 弦への接触を確認し、レットオフ測定へ切り替える

9. 同じセクションで弦接触位置を確認する

HAMMER EACH は弦に接触したハンマーの位置を記録するものです。MATCH INSTR を行うには、さらに通常のレットオフ時の弦からの距離（実測レットオフ値）も必要になります。接触記録だけではレットオフ測定の代わりになりません。

同じセクションのまま「REGULATE: OK」で測定画面を開き、数本の確認用ハンマーをハンマーシャンクフックで弦まで引き上げます（先の連続記録で挟んだフェルト帯はまだ残したまま確認してかまいませんが、この確認のためだけに新しく挟む必要はありません）。位置表示ガイドを使って保存済みの測定点へ合わせ、ハンマーを弦へ当てたときに「DIST」がおおよそ 0.00 mm を示すことを確認します。弦への押し付け圧のわずかな差により ± 0.05 mm〜± 0.08 mm 程度のばらつきが生じるため、毎回厳密に 0.00 mm になる必要はありません。これより大幅にずれる場合は、測定点と押し付け圧を見直して再確認し、必要に応じてその音を記録し直してください。複数の記録音で同じ箇所に当てて確認します。

この確認中はセンサーアーム、センサー高さ・傾き、およびガイドレールを一切動かさないでください。接触表示が合わない場合はセットアップと測定点を確認します（高さずれの対処は「センサー位置変更後の弦基準の確認」を参照）。

10. レットオフ止め用のフェルト帯を完全に取り外す

フェルト帯を使用していた場合は、ジャックとハンマーローラーの間から完全に取り外し、アクションが通常どおりレットオフする状態に戻します。これで保存済みの弦高基準を使って実際のレットオフ距離を測定できます。

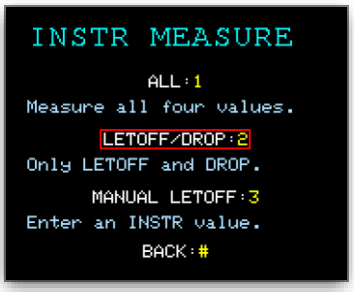
取り外す際、センサーアームの回転角・高さ、およびガイドレールを絶対に動かさないでください。また、先に別のセクションへ切り替えず、このセットアップのまま直ちに実測レットオフを測定します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.6 楽器内での実際のレットオフを記録する

11. MATCH 用サンプル音の実測レットオフを測定する

通常どおりレットオフする状態で、同じセクション内の実測レットオフ値を記録します。理想は作業対象の全音ですが、白鍵のみやバランスよく分散したサンプル音だけでもかまいません。MATCH を行うには、十分に離れた最低2音がそれぞれ「弦高基準」と「楽器内（INSTR）実測レットオフ値」の両方を持っている必要があり、さらに中央の1音を加えると精度確認に役立ちます（20 音の低音部の例では音 1、10、20 が好適です）。



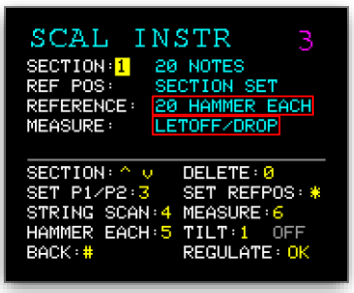
位置表示ガイドを使って各サンプル音の保存済み HAMMER EACH 測定点へ合わせ、鍵盤をゆっくり押してレットオフさせ、完全に離す動作を複数回繰り返して LETOFF の再現性を確認します。TILT オフ時は測定範囲「LETOFF/DROP」を使用してください。ハンマーが戻った後に画面上の現在 LETOFF 表示が消えても、記録された値が消去されるわけではありません。

各 MATCH サンプル音の最終測定値は、必ず通常状態で測定した実際のレットオフ値にしてください。先ほどの接触確認（約 0.00 mm）がそのままレットオフ値として残らないよう注意してください。

MATCH 前に最終目標値へ整調しておく必要はない

再現性の高い現在の実測レットオフ値が記録されていれば十分です。最終目標が 1.5 mm であっても、現在値が 1.8 mm のままで問題ありません。PMPはその現在距離を使って作業台上のレットオフ位置から弦位置を逆算します。最終目標値はこれとは独立して後から設定します。

MATCH が完了するまで、サンプル音のレットオフ機構は一切変更しないでください。途中で調整した場合は、楽器内での実測レットオフを取り直す必要があります。

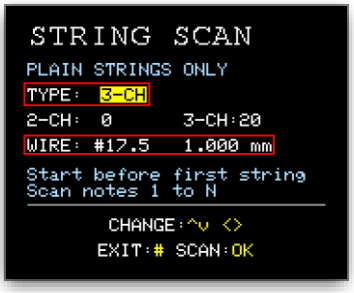


12. このセクションを保存完了してからアームを動かす

最後のサンプル音を測定したら、「SCAL: 2」でセクションメニューへ戻って最後の測定値を確実に保存し、保存エラーがないことを確認します。その後で次のセクション用にセンサーアームを調整し、同じく「接触記録 → 接触確認 → （使用時）フェルト帯除去 → 実測レットオフ測定 → 保存」の順で進めます。

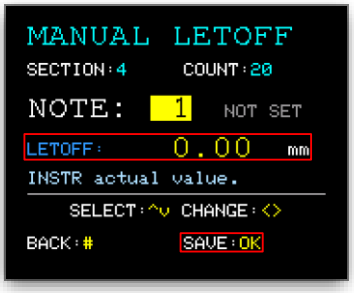
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.7 特例（カポバー）：弦スキャンとレットオフ0.00 mm



弦に接したハンマーにレーザーが届かない場合

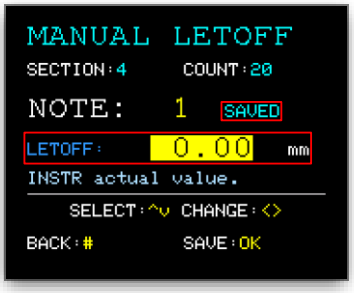
カポバー領域では、まず REAR 配置で後ろから狙い、必要に応じてセンサーを上向きに傾けてハンマー頂点に届くか確認します（この上部測定では TILT オフ）。それでも光路を確保できない場合は、打弦ラインに近く弦高変化もほぼ同一であるカポバー直前の弦を STRING SCAN でスキャンして弦高基準を取得します。セクションの音数と弦番手（WIRE）を入力してください（弦番手はセクション中央付近の弦を選べば十分な精度が得られます）。



適切なサンプル音のレットオフを目視で 0.00 mm に合わせる

十分に離れた最低2音を選び、ハンマーが弦に接するぎりぎり直下でレットオフする状態（LETOFF 0.00 mm 相当）へ目視で調整します。1.5 mm などの隙間を目分量で合わせるより、弦接触ぎりぎりの 0.00 mm に合わせる方がはるかに高い精度で判断できます。

同じセクション内で「MEASURE: 6」「MANUAL LETOFF: 3」を開きます。上下キーで NOTE と LETOFF を切り替え、左右キーで音番号と数値を設定します。実際に 0.00 mm に合わせた音について 0.00 mm を「SAVE: OK」で保存します（「SAVED」が表示）。他のサンプル音も同様に登録します。



作業台では、これらの音を使って照合します。

設定したレットオフ状態は作業台での MATCH が終わるまで変更しないでください。PMPは入力した実測値（0.00 mm）と先の弦スキャン基準を組み合わせて弦位置を再現します。照合完了後に、希望のレットオフ値（例：1.5 mm）へ整調します。

0.00 の手動入力だけでは弦スキャンの代わりになりません。また、ここには最終目標値ではなく、必ず楽器内で実際に設定した実測レットオフ値のみを入力してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.8 作業台用支柱の設置と調整

作業台でグランドピアノのアクションを整調するには、ハンマーヘッドの上方にガイドレールが必要です。作業台用の支持具2台に、2本目の PMP ガイドレールを載せます。1本目のレールは、できるだけグランドピアノ内の受けに載せたままにします。
こうしておくと、PMP 本体を一方のレールからもう一方へ載せ替えられます。グランドピアノ内で整調状態を確認し、作業台上でアクションを整調します。載せ替えるたびに両方のレールを合わせ直す必要はありません。PMP のセンサーアームの高さとセンサーの角度は、ピアノ内で設定したままにします。取り出したアクションに合わせるには、作業台側のレールの高さと傾きを調整します。確認測定の前には毎回、その測定に用いた設置状態と位置基準を再現してください。



作業台での設置例。高さ調整式の支持具2台にガイドレールを載せ、その上に PMP を装着しています。

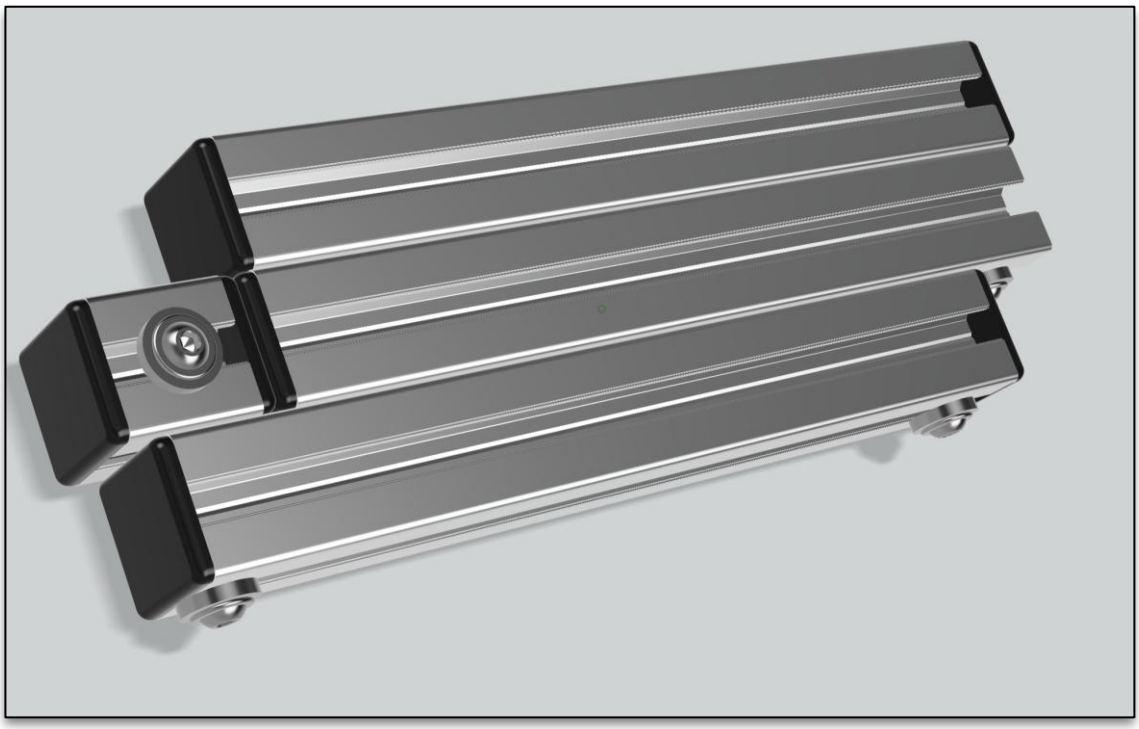
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen



PMP を載せたガイドレールと、作業台用支持具への固定部。

納品状態と省スペース収納・運搬

作業台用支柱は別売アクセサリーで、あらかじめ組み立てて折りたたんだ状態で出荷されます。設置時は各ねじを少し緩め、プロファイルを必要な位置へ引き出して向きを合わせ、再び締め直すだけで完了します。ねじとTナットは連結部に組み込んだまま扱えます。



出荷時および省スペース運搬時の折りたたまれた作業台用支柱。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

作業台用支柱の構造と調整箇所

作業台用の支持具2台で、ピアノから取り出したアクションの上方にガイドレールを支えます。上下の支柱の重なりを変えて作業高さを調整し、センサーアームの高さはピアノ内での設定を保ちます。ハンマーが静止位置にあるときも打弦位置にあるときも、レーザーがハンマーの中央に当たるよう、支柱上端のレール受けを傾けます。PMP 本体のセンサー角度も、ピアノ内で設定したままにします。

支柱1本あたりの構成部品

組み立て済みの支持具は、横脚、上下2本の支柱、短いレールアダプターで構成されています。座金と T ナットを備えた4か所のねじ締結部で、位置合わせ、高さ調整、ガイドレールの固定を行います。もう一方の支持具は左右対称に設置します。



組み立てた作業台用支持具。下部に横脚、中央にスライド式の支柱、上部にガイドレールを固定する傾斜調整式アダプターがあります。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

組み立て済みの脚の向きと高さを調整する

1. 横脚の向きを合わせる

横脚と下側の支柱をつなぐねじを少し緩めます。収納位置にある横脚を設置位置に動かし、支柱が横脚の中央に来るように直角に合わせて締め直します。横脚の底面全体が作業台に平らに接していることを確認してください。ねじと T ナットは取り付けたままにします。

2. 支柱を伸ばし、作業高さを設定する

上側の支柱を手で支え、中央の固定ねじを少し緩めます。上下の支柱を溝に沿ってスライドさせ、必要な高さまで伸ばします。センサーアームはピアノ内で設定した高さのまま、ガイドレールの高さをアクションに合わせます。支柱に十分な重なりを確保してねじを締め、もう一方の支持具も適切に調整します。



締結部の位置。下部は横脚の固定、中央は高さ調整後の固定、上部は傾斜調整式レール受けの固定に使います。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

ガイドレールの固定と測定角度の調整

3. 組み立て済みのレール受けの向きを合わせ、ガイドレールを固定する

短いレールアダプターは上側の支柱に取り付け済みです。側面のねじを少し緩めて向きを合わせます。ガイドレールを両側のアダプターに載せ、レール下面の溝にある T ナットで固定します。PMP の移動範囲に支持具が入らないようにし、両方の横脚の底面全体が作業台に安定して接していることを確認します。



曲線の両矢印は、ガイドレールの長手方向の軸を中心に、レール受けをどちらの側にも傾けられることを示します。

4. ガイドレールの高さと傾きをハンマーの軌道に合わせる

センサーアームの高さを変えずにハンマーヘッドを確実に捉えられるよう、支柱でレールの高さを調整します。次にガイドレールを手で支え、両側の上部アダプターの固定ねじを少し緩めて、2つのレール受けを同じ角度だけ回します。静止位置でも打弦位置でもレーザーがハンマーの中央に当たるようにします。PMP のセンサー角度はピアノ内で設定したままとし、最後に左右の固定ねじとガイドレールの取り付けねじを締めます。

ガイドレールは長手方向の軸を中心に傾けます。左右の支柱に高低差をつけても、この傾きは調整できません。SENSOR 2 を REAR に装着し、センサーアームをまっすぐにします。実際の測定角度に合わせて TILT を設定してください。最初と最後のハンマーで、必要な行程全体にわたって光点がハンマー上に留まり、反射光が遮られずにセンサーへ戻ることを確認します。

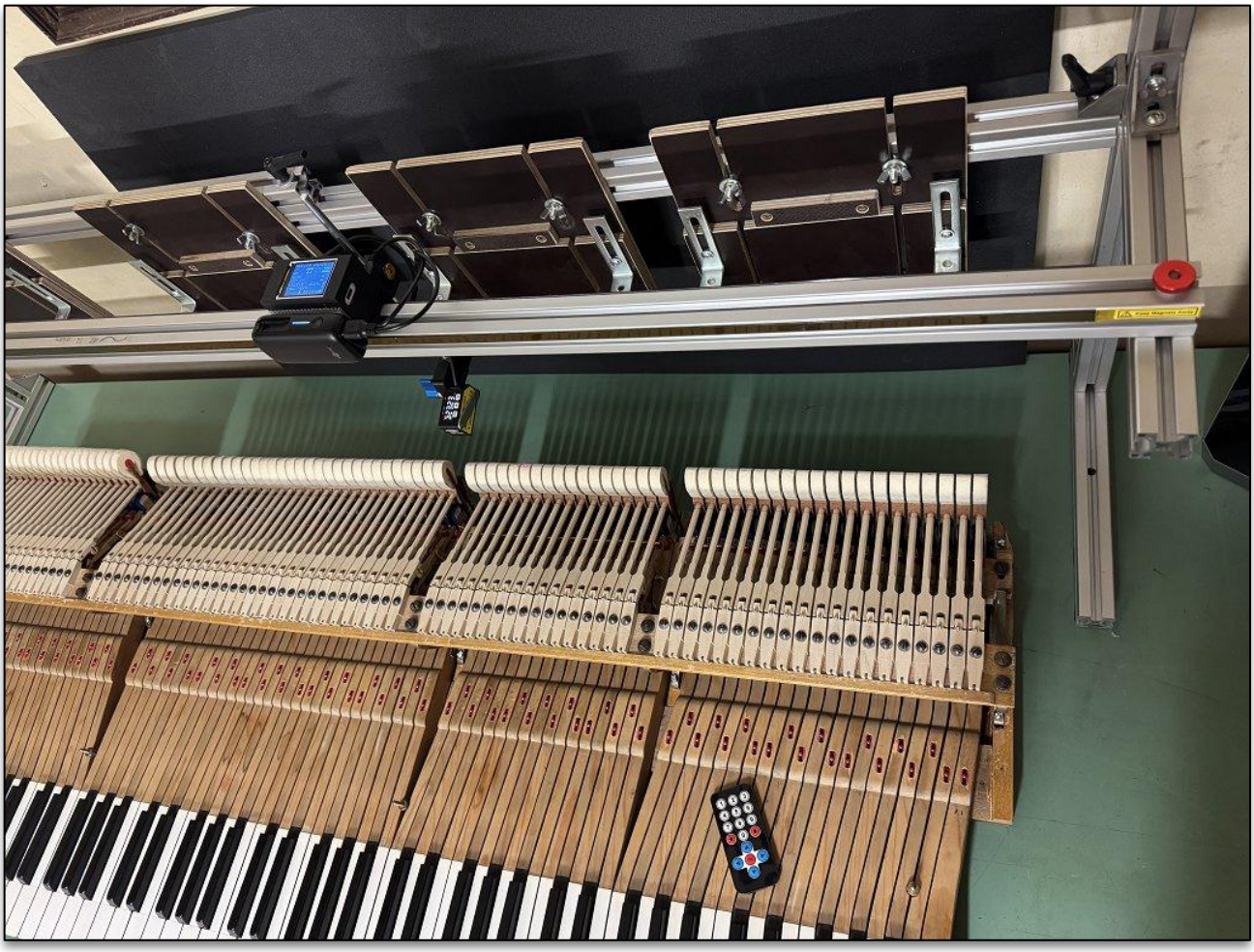
5. 設置状態を確認してから位置基準を設定する

測定前にすべての締結部と設置の安定性を確認し、アクションと支持具が不用意に動かないようにします。設置・調整を終えてから、作業台で共通に使う BENCH の位置基準を設定し、基準データを記録します。後で高さ、傾き、設置位置を変えた場合は、対応する位置基準と基準データを再確認し、必要に応じて復元します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.9 別の取り付け方法：ガイドレールをアクション整調台に固定する

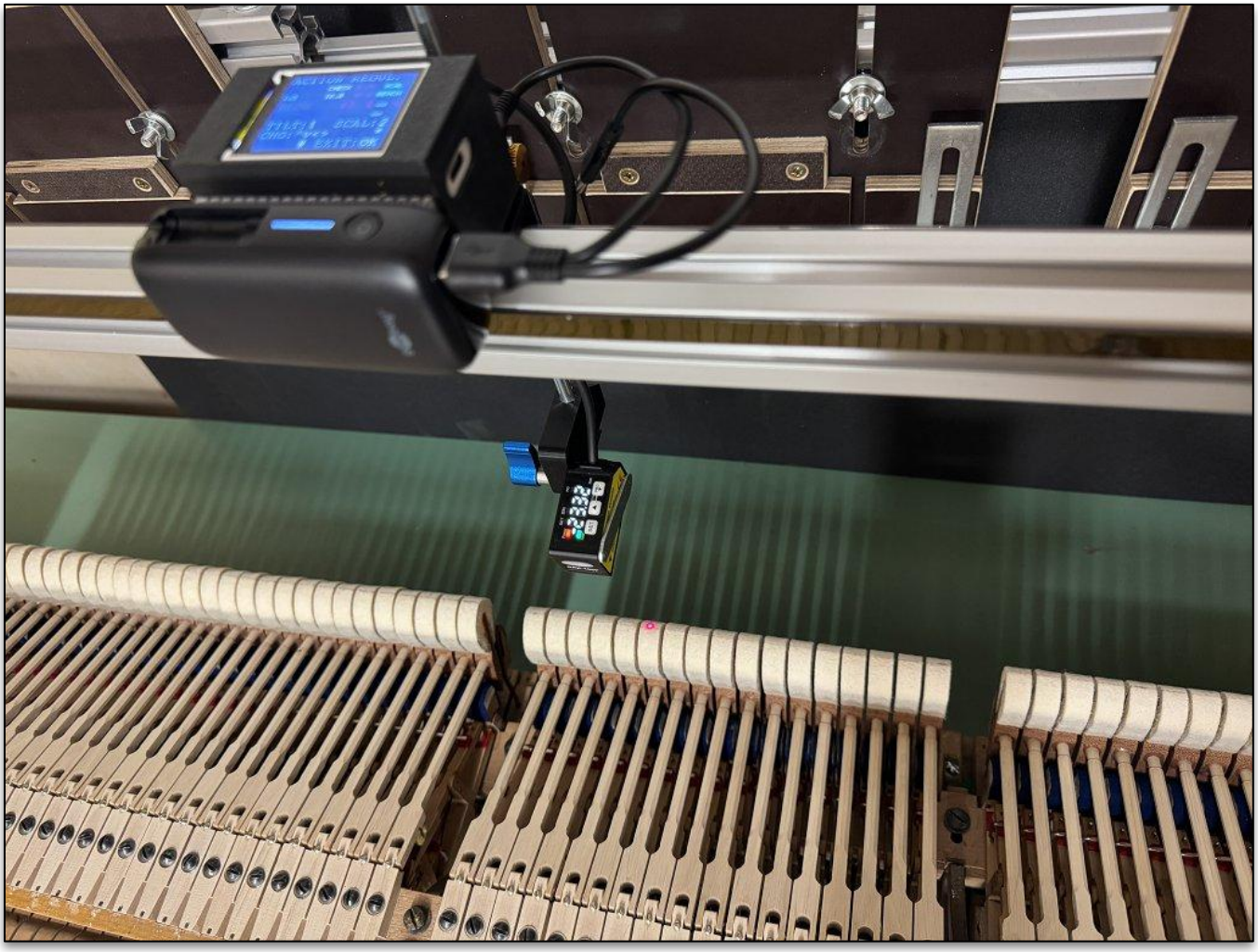
作業台で整調する前に、まず必要な試験音をピアノ内で確認します。次にアクションを引き出し、ハンマーヘッドの上方にガイドレールを設置します。アルミ形材製の整調台では、2本の張り出しレールを受けにして、2本目の PMP ガイドレールを載せられます。既存のねじと T ナットでレールの片側を固定できます。写真は FRONT 配置の例です。ここで説明する手順では PMP を REAR に装着してください。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

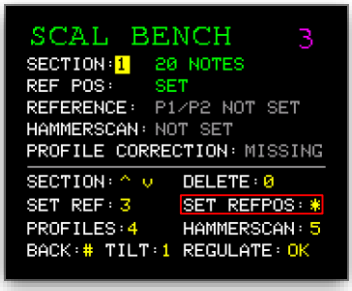
1本目のガイドレールはグランドピアノ内の支持具に残し、作業台にはローレットねじと T ナットを備えた2本目のレールを使えます。ピアノ内で設定したセンサーアームの高さを保てるように、できるだけ張り出しレールの高さを合わせます。ガイドレールを作業台の面とほぼ平行に設置し、センサーの傾きを設定してから測定範囲を確認してください。

作業台でも SENSOR 2 を REAR に装着し、アームをまっすぐにします。MATCH INSTR と4項目すべての測定では、センサーを長穴に沿って前へ寄せ、ハンマーの軌道に合わせて下向きに傾け、TILT をオンにします。すでに適切な角度なら、そのまま使えます。ピアノ内で TILT=0、またはカポバーに合わせて逆向きに傾けていた場合は、BENCH 用に角度を設定し直します。その後グランドピアノ内で確認するときは、区間ごとに元のアームの向き、レールの印、位置基準を含めて設置状態を再現します。本体を載せ替えるだけでよいのは、両方の設置条件が実際に一致するときだけです。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.10 作業台での共通位置基準の設定



13. アクションとガイドレールをセットアップする

作業台上にアクションを準備し、「作業台用支柱の設置と調整」またはアクション整調台の張り出しレールを用いてガイドレールを設置します。SENSOR 2 を REAR 配置・まっすぐなアームで装着し、ハンマー軌道に適合する傾きと TILT 設定を適用します。照合作業を始める前に、必要な全行程が測定範囲内に収まっているか確認してください。

静止位置と打弦位置の両方でスポットがハンマー頂点の中央付近に当たるようにし、ハンマー走り確認のヒントで述べたように、まっすぐ上昇するハンマーを基準にレールの横方向アライメントを確認します。MATCH INSTR では TILT をオンのまま保ち、照合から整調完了までレール・アーム・センサー傾きを変更しないでください。

14. 作業台全体で共通の固定基準点を設定・マーキングする

楽器内と同じスロットを読み込み、「SCAL BENCH: 3」「ADVANCED: OK」を開きます。各セクションの照合を始める前に、「SET REFPOS: *」で作業台共通の位置基準を設定します。例えば第1ハンマー上の正確な点を選び、その点とレール固定位置をマーキングしておきます。まだ BENCH データがない場合はそのまま登録され、「REF POS: SET」と表示されます。休憩後や電源再投入後に作業を再開するときは、同じ印の位置にスポットを合わせて「RESTORE: *」で既存の位置基準を復元します。

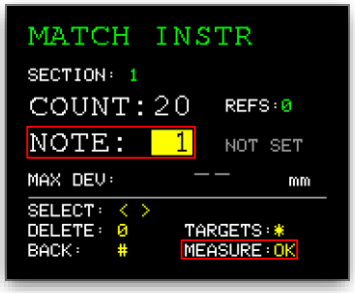
BENCH の固定基準点は、作業台上の全区間に共通する位置の原点です。電源を入れ直した後や、電池交換などで本体をレールから外した後は、印を付けた同じ箇所に正確に戻り、RESTORE:* で確定します。これで各区間とハンマーの位置を再び対応付けられます。区間ごとに基準点を設定し直す必要はありません。アクション、レール、センサーを該当する測定時の設置状態に戻してあることが前提です。

共通位置基準とセクション測定点の役割の違い

共通位置基準は作業台全体でのセンサー位置を定義するものです。これに対し、各セクション最初の MATCH サンプル測定は、楽器内で保存したそのセクションの測定点群を作業台上の正しい位置へ紐付ける役割を担います。そのため、最初のサンプル音では必ず楽器内で印を付けた正確な点にレーザーを合わせてください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.11 MATCH INSTR：作業台で最初のセクションを照合する



15. 適切な開始ハンマーを選択する

楽器内と同じスロットを開き、例として SECTION 1 を選択して「SET REF: 3」「MATCH INSTR: 2」へ進みます。楽器内で測定済みの適切な音（例では印を付けた音 1。必ずしも HAMMER EACH の開始音である必要はありません）を選択してください。各サンプル音には、同一のセンサー姿勢で取得された「弦高基準」と「実測 INSTR レットオフ値」の両方がそろっている必要があります（「楽器内での実際のレットオフを記録する」を参照。レットオフを止めた接触記録だけでは不可）。レーザーを楽器内とまったく同じハンマーヘッド上の測定箇所に合わせます。

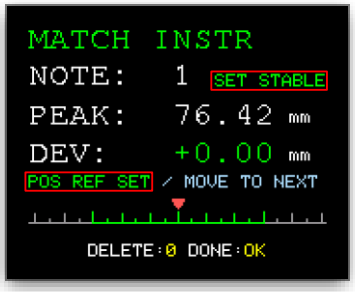
特に左右位置の一致に注意してください。ハンマー頂点は左・中央・右で高さが微妙に異なることがあるため、別の位置で代用できません。最初の紐付けはPMPが画像認識で行うのではなく、印を付けた測定点へ正確にレーザーを合わせることで確立されます。



16. ゆっくりレットオフさせて完全に離す

「MEASURE: OK」を押します。初回照合時は「FIRST MATCH SETS POS REF」と表示されます。鍵盤をゆっくり押し下げてレットオフさせ、その後完全に指を離してハンマーを静止位置へ戻します。最初の有効な測定が得られると「POS REF SET」と表示され、このセクションの位置紐付けが確定します。

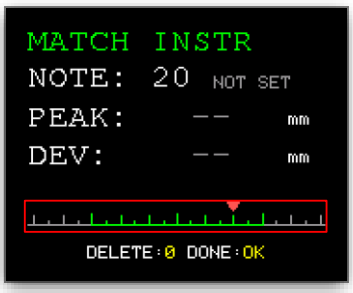
センサーを印の位置に静止させたまま同じ押鍵を繰り返し、DEV を確認します（1回の有効記録でも採用可能、3回安定で「SET STABLE」表示）。位置基準として記録されるのは OK を押した瞬間ではなく、実際に有効な測定が確定した瞬間のセンサー位置です。



そのセクションにすでに有効な BENCH 位置紐付けがある場合はそれがそのまま引き継がれるため、初回位置設定の案内は表示されず、後から MEASURE に入り直しても毎回基準がリセットされることはありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.12 MATCH INSTR：追加のサンプル音と位置表示



17. 次の保存済み測定点へ移動する

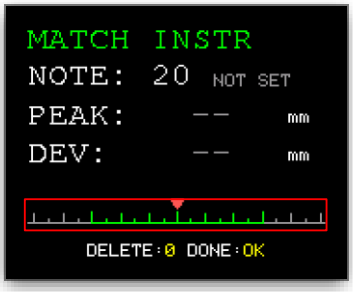
例では次に音 20、続いて確認用として音 10 へ移動します。最初の紐付けが完了すると、PMPはセンサーの移動量から他の既知測定点を自動認識して音番号を表示します。ただし、画面の音番号と実際にレーザーが当たっているハンマーが一致しているかは常に目視確認してください。

赤い矢印で左右方向のずれを確認する

目盛の中央が目標の測定点、赤い矢印が目標に対する現在のセンサー位置です。上図では矢印がまだ中央より右にあるため、センサーを左へ戻して中央に合わせます（小さな1目盛は 0.5 mm）。下図では矢印の先端が中央目盛の真上に合っています。

目盛の緑色ゾーンに入れば許容範囲内ですが、条件を完全にそろえるため中央へ合わせることをお勧めします（中央に合うと短い確認音が鳴ります）。なお、緑表示は位置が合っていることだけを示しており、有効なレーザー距離や安定したレットオフ記録が得られたことを意味するものではありません。

楽器内と同じ測定点を正確に狙う



MATCH は常に楽器内で実際に記録した測定点を使用するため、最初のサンプル点が正しく設定されていれば、矢印が他のハンマーの対応測定点へ正確に誘導してくれます。これはハンマースキャン済みの場合も同じです（ハンマースキャンの中央位置は通常の整調時に使われます）。全音を HAMMER EACH で記録している場合、追加のハンマースキャンは不要です。

各サンプル音でゆっくりレットオフさせて完全に離す動作を安定するまで繰り返し、終わったら「DONE: OK」で一覧画面へ戻ります。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.13 MATCHの確認と目標値の設定



18. 照合結果を評価する

PMPは楽器内で記録した弦高プロファイル全体の高さと傾きを作業台に合わせ込みます。プロファイル固有の凹凸形状はそのまま保持され、すべてのサンプル音に無理やり合うよう歪められることはありません。

一覧画面の「REFS」は記録したサンプル音数、「MAX DEV」は今回の照合で残った最大残差を示します。MAX DEV が大きい場合は、音番号・頂点上の測定箇所・再現性・サンプル音のレットオフが動いていないかを確認し、SELECT で選んで再測定してください。サンプル音が2音だけの場合は計算上必ず 0 に近づくため、3音目を加えることで照合精度を客観的に検証できます。

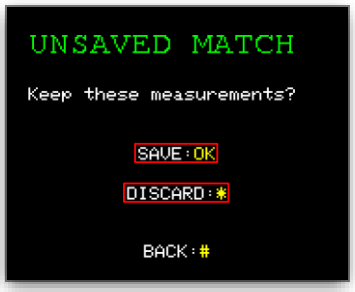
測定中の「DEV」と一覧画面の「MAX DEV」は意味が異なります。DEV は同じ音での繰り返し再現性、MAX DEV は複数サンプル音全体が弦高プロファイルとどれだけ一致しているかを示します。同じ音で安定して測れていても測定箇所がずれていれば、MAX DEV に誤差として現れます。



19. ここで初めて整調の目標値を設定する

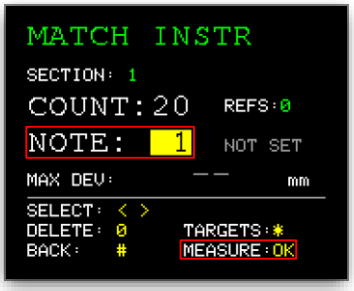
「TARGETS: *」を開き、例えば低音部の仕様に合わせて FIRST 2.0 mm、LAST 1.5 mm のように設定します。両端の間はPMPが自動で滑らかに按分します（サンプル音がセクションの内側にあっても、FIRST と LAST はセクション全体の両端を指します）。DROP+ は各音のレットオフ目標値に加算されます。この設定のために別途 P1/P2 を取る必要はありません。

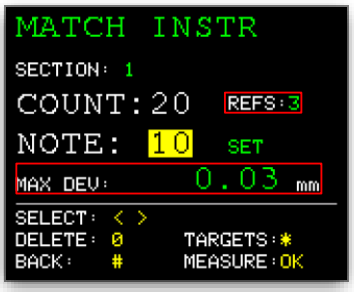
目標値画面で「DONE: OK」を押すと目標値と照合結果が保存されます。未保存のサンプルがある状態で MATCH 一覧を閉じようとすると「SAVE: OK / DISCARD: * / BACK: #」が表示されます。「SAVE: OK」を押すと目標値設定画面へ進み、そこで「DONE: OK」を押した時点で保存が完了します。「DISCARD: *」は変更破棄、「BACK: #」は一覧へ戻ります。「DELETE: 0」は選択中の音の MATCH サンプルだけを削除します。後からサンプルを追加する場合も、対応する INSTR 実測値とアクション側の未変更状態が一致している必要があります。

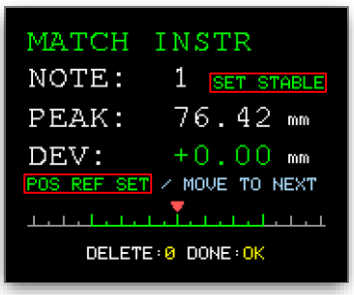


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.14 MATCH INSTR：照合時の画面表示を確認する







右側の3つの画面は前述の MATCH 手順に対応しています。「NOT SET」は選択音にまだ作業台サンプルがない状態を示し、「MEASURE: OK」で測定画面へ入ります。事前に楽器内で該当音の弦高基準と実測レットオフ値が記録されている必要があり、欠けている場合は「MEASURE INSTR LETOFF FIRST」と表示されます（カポバー特例で正しく入力した MANUAL LETOFF 値も使用できます）。

中央の図では NOTE 10 が選択され「SET」表示になっています。「REFS: 3」は3音のサンプルが記録済みであることを示し、「MAX DEV」は 0.03 mm となっています。これは今回照合したサンプル群における最大残差であり、一般的な測定精度を示すものではありません。

繰り返し再現性と位置紐付けの違い

下の図の「SET STABLE」および「DEV: +0.00 mm」は、同一音における連続測定の安定性を示します。再現性が良好であっても、測定箇所の正確さや離れた複数サンプル音による検証の代わりにはなりません。

MATCH の位置基準がまだ設定されていないと FIRST MATCH SETS POS REF が表示されます。最初の有効な試し測定で、その測定位置が位置基準として登録されます。

POS REF SET は位置基準が登録されたことを示します。残りの MATCH 測定が終わるまで、アクションとセンサーの設置状態を保ってください。

ハンマースキャンがある場合でも、MATCH の測定では必ず楽器内で記録した実際の INSTR 測定点に合わせてください（スキャンで検出されたハンマー中心は後の通常整調時に使用されます）。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

MATCH INSTR：目標値と保存基準の確認



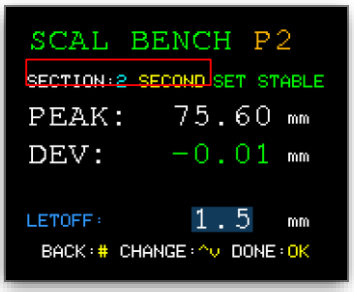
上の一覧画面では、各サンプルの確認と個別の再測定が行えます。「DELETE: 0」は選択音の作業台サンプルのみを削除し、楽器内（INSTR）の基準は保持されます。MAX DEV が大きい場合は、まず測定点・押鍵の仕方・サンプル音のレットオフが変更されていないかを確認してください。

中央の図は FIRST と LAST の TARGETS（目標値）画面です。これらはセクション全体の両端に対する最終目標レットオフ値であり、基準移行のために測定した INSTR 実測値とは別物です。両端に異なる値を設定すると中間は自動で滑らかに按分され、それぞれに DROP+ が加算されます。



目標値画面で「DONE: OK」を押すと目標値と照合結果が保存されます。未保存のまま戻ろうとした場合は、「SAVE: OK」で目標値画面へ進み、「DISCARD: *」で破棄、「BACK: #」で一覧へ戻ります。

下の画面は比較用として、代替方式である P1/P2 の第2端音入力画面を示しています。P1/P2 の「LETOFF」欄に入力するのは TARGETS の目標値ではなく、基準移行用に楽器内で実測した端音のレットオフ値です（詳細は「SCAL BENCH：P1/P2とプロファイル補正」を参照）。

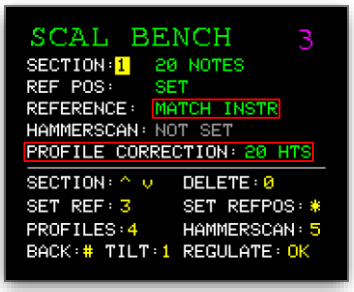


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.15 残りのセクションの照合と整調

20. 残りの各セクションも共通の作業台セットアップへ紐付ける

次のセクションを選択し、そのセクションで印を付けた開始ハンマーから MATCH INSTR を始め、残りのサンプル音を測定・確認・保存します。この間、作業台の共通 BENCH 位置基準およびレール・センサーの機械設定はそのまま維持します。これにより、楽器内では異なるアーム角度で記録した各セクションも、作業台上で1つの共通基準へ統合されます。

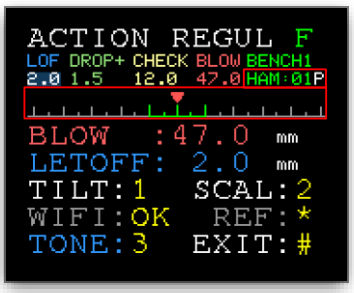


21. 各音の個別弦高基準を使って整調する

「PROFILES: 4」で PROFILE CORRECTION（プロファイル補正）をオンにし、「REGULATE: OK」で整調画面を開きます。プロファイル補正を有効にすると、直線基準に対する1音ごとの実際の弦高凹凸が反映されます（オフの場合は直線基本基準に対する整調となります）。測定画面の「P」表示がプロファイル補正有効の印です。

整調する音へセンサーを動かし、セクション番号・音番号を確認して位置矢印を中央へ合わせます。ハンマースキャンがない場合、位置ウィンドウは狭く設定されており、ハンマー全幅ではなく楽器内で保存した正確な測定点へ誘導します。共通 BENCH 基準で照合されたセクション同士は、センサーを動かすだけでPMPが自動切り替えします。正しい測定点で TILT を有効にしたまま、レットオフ・ドロップ・バックチェック・打弦距離の測定・調整・再確認を行えます。

目標値や色表示の見方は「メイン画面」の節を参照してください。ウェブインターフェースを併用すれば4項目すべてと過去の比較値を一画面で同時に確認できます。調整ねじを回した後は、必ずもう一度打鍵して再測定し結果を確認してください。



移行した基準は整調中そのまま固定される

MATCH が完了すれば、サンプル音も含めて最終目標値へ自由に整調できます。ただし、整調して状態が変わったサンプル音を使って古い INSTR 値と再 MATCH してはいけません。後で改めてサンプル音として使いたい場合は、現在の状態で楽器内測定を取り直す必要があります。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.16 ダンパー取り付け後のSTRINGプロファイル再利用

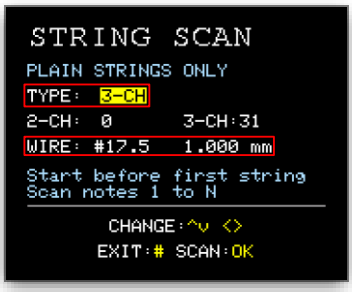
ダンパーを取り付ける前に STRING SCAN でセクション全体の弦高を記録しておけば、ダンパー装着後にセンサーアームの角度が変わっても、その弦高プロファイルを再利用できます。数点のハンマー接触記録を追加するだけで、各音の個別な弦高凹凸をそのまま活かせます。



1. ダンパー取り付け前にセクション全体をスキャンしておく

弦ならし完了後、ACTION の対象スロットで「SCAL INSTR > ADVANCED」から該当セクションを選び、「STRING SCAN: 4」「NEW SCAN: 1」を開きます（上図の赤枠）。同音弦の本数構成（TYPE）、全音数、および弦番手（WIRE）を設定します（下図はセクション 2、3本弦 31 音、WIRE #17.5 の例）。

最初の弦の少し手前で「SCAN: OK」を押し、セクション全体を一定の速さで滑らせてスキャンします。「SCAN READY」で検出音数が一致していることを確認し、そのまま ACTION スロットに保持しておきます。



楽器全体でセンサー高さを一定に保つ

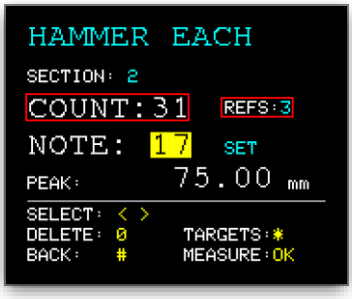
基本セットアップと同様に第1低音弦で約 +33.00 mm に合わせ、両端で範囲内か確認したセンサー高さを楽器全体で維持します。この状態で中音部の HAMMER EACH 接触値が 70〜80 mm 程度になることがありますが、これはセンサーからの距離でありレットオフ値ではありません。

ダンパー装着前に作業台へ移行する場合は、スキャン直後に同じセンサー姿勢のまま適切なサンプル音の実測レットオフを測定します。ダンパー装着後に作業する場合は次項の手順へ進みます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2. ダンパー取り付け後に同じプロファイルを呼び出す

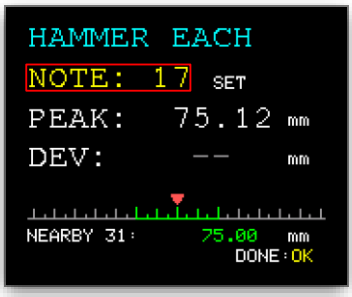
同じ ACTION スロットと同じセクションを開き、既存の STRING SCAN を残したまま使用します（新規データセットは作りません）。セクション中央の弦にセンサーアームを合わせ、大きく回転させた場合はセンサーを水平にして TILT をオフにし、セクション内で角度を維持します。



3. 十分に離れた最低2音のハンマー接触を追加する

「HAMMER EACH: 5」を開きます。COUNT は STRING SCAN の全音数（例では 31）のまま固定されています。NOTE を対象のハンマー番号に合わせ、到達可能であれば例えば音 1 と音 31 を記録し、確認用に音 17 も追加します（上図の「REFS: 3」）。

これら数音の照合接触ではフェルト帯は使いません。「MEASURE: OK」を押し、ハンマーシャンクフックでハンマーを弦まで引き上げて離し、同じ音で再現性を確認します。下図の位置ガイドは、その音の右弦と隣音の左弦の間を提案しますが、± 2 mm の範囲内で実際に光路の通る箇所を選べます（最終音では直前の弦間隔から推定されます。すでに記録済みの作業点がある場合はそちらが優先されます）。



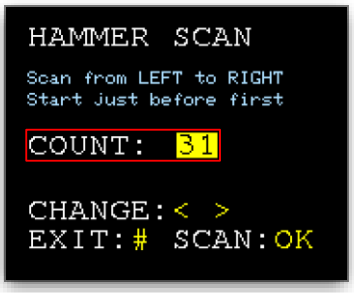
追加した接触記録によって STRING プロファイルの高さと全体傾きが新しいセットアップへ適合され、各音の個別な弦高凹凸はそのまま維持されます（1音だけでは適合できないため最低2音が必要です）。これにより「REGULATE: OK」で楽器内でもそのままプロファイルを使用できます。

4. 同じサンプル音の実測レットオフを直ちに測定する

ハンマーからフックを外し、センサー高さ・アーム角度・測定箇所を変えないまま SCAL INSTR 測定画面で同じサンプル音の実際のレットオフを鍵盤操作で測定します。完了してから次のセクションへ移ってください。新しく接触を取り直した場合は、MATCH 用に実測レットオフも必ず取り直す必要があります（過去の整調値では代用できません）。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5. 完全なプロファイルを作業台へ移行する



作業台で同じスロット・同じセクションを「SCAL BENCH > ADVANCED」から開き、共通 BENCH 位置基準を設定または復元します。「SET REF: 3」「MATCH INST R: 2」を選択します（TILT がオンである必要があり、オフの場合は TILT メニューが開きます）。

事前に準備した十分に離れた最低2音について、レットオフを未変更のまま作業台上で再測定します。ハンマースキャンがある場合でも、必ず各音の INSTR 測定点へ正確にレーザーを合わせてください（詳細は「MATCH INSTR：作業台で最初のセクションを照合する」を参照）。

PMPは数音のサンプル音から単なる直線を作るのではなく、各音の弦高凹凸を含む完全な STRING プロファイル全体を作業台へ移行します。照合確認後、「TARGETS: *」で目標値を設定し「DONE: OK」で保存します。

追加のハンマースキャンが役立つケース



ハンマースキャンは作業台上の各ハンマーヘッドの位置と幅を検出する機能であり、弦高を測るものではありません。スキャンがない場合、PMPが把握しているのは楽器内で実際に記録した作業点のみです。少数の接触記録で STRING プロファイルを照合した後、全ハンマーへ確実に位置誘導させたい場合は、完全なハンマースキャンを追加してください。

「HAMMERSCAN: 5」を開いて全音数（COUNT）を確認し、すべての鍵から指を離した静止状態にします。最初のハンマーの少し手前で「SCAN: OK」を押し、左から右へ全ハンマーの上を一定の速さでスキャンします。「SCAN READY」で所定のハンマー数（例では 31 本）が検出されたことを確認します。

通常の整調時はスキャンで検出されたハンマー中心へ誘導されますが、MATCH 照合中は引き続き元の INSTR 測定点が基準になります。なお、P1/P2 にプロファイル補正を組み合わせる場合は完全なハンマースキャンが必須です。全音の弦高記録がない場合、ハンマー位置マップを追加しても未記録音の弦高自体は補間値となります。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

既存の STRING LEVEL スキャンを取り込む

STRING LEVEL ADVANCED で実施した仕上げスキャンを、ACTION 用の弦高プロファイルとして流用することもできます。対象区間が正しい音数で完全に記録されていることが前提です。



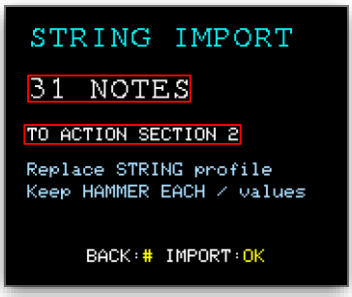
1. 取り込み元と弦径を選択する

ACTION で取り込み先のセクションを開き、「STRING SCAN: 4」「FROM STRING LEVEL: 2」を選択します。上下キーで項目を選び、左右キーで取り込み元の SLOT と SECTION を指定します。裸線の場合は「PLAIN WIRE」に弦番手ではなく弦径（mm）を直接入力します（上図では 1.000 mm）。

2. 音数と取り込み先を確認する

「IMPORT: OK」を押すと確認画面に取り込み元の音数と取り込み先の ACTION セクション（下図では 31 音、Section 2）が表示されます。内容を確認してもう一度「IMPORT: OK」を押すとインポートされます。元の STRING LEVEL スロットは変更されず、ACTION 側に独立したコピーが保存されます。

テープ測定データ、平均化データ、およびアップライトピアノ用データはインポート対象外です。取り込み元と取り込み先の音数は一致している必要があります。



3. 現在のセットアップへ適合させる

インポート後、前述の手順で新しい HAMMER EACH 接触記録を追加することで、現在のセンサーセットアップへプロファイルが適合されます。作業台で使う場合は、続けて同じサンプル音の実測レットオフを測定し、作業台で MATCH INSTR を実施します。

再度インポートまたは NEW SCAN を行うと STRING プロファイルは上書きされます（追加した HAMMER EACH 接触は保持されます）。その場合は作業を再開する前に、照合状態と実測レットオフを必ず確認し直してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.17 特例：フレーム支柱でハンマーヘッドが隠れる場合

スタインウェイ C-227 や D-274 などの一部機種では、低めの中音部にある鉄骨横支柱が数本のハンマーヘッドへのレーザー光路を遮るため、ダンパーを外したり鍵盤をシフトさせたりしても HAMMER EACH で直接測定できないことがあります。この場合は次の2通りの方法があります。

方法 1：区間全体を1つのセクションとして記録する

セクション全体を維持したまま、測定可能なハンマーだけを HAMMER EACH で記録し、支柱に隠れた音は飛ばします（この方法ではセクション全体の STRING SCAN は行いません）。

1. 隠れた音も含めたセクション全体の音数を COUNT に設定します。

2. 支柱の直前まで到達可能なハンマーをすべて記録します。

3.「DONE: OK」で音選択画面へ戻ります。

4. NOTE で支柱の向こう側の最初に測定可能な音番号を明示的に選択します。

5.「MEASURE: OK」で再開し、残りの測定可能な音をすべて記録します。

例：音 12、13、14 が支柱に隠れている場合

音 11 を記録したら「DONE: OK」で一度戻り、NOTE を 15 に設定して「MEASURE: OK」で音 15 から再開します。音 12〜14 は実測弦高基準なしのままとなり、音 15 以降の番号はそのまま維持されます。

重要：センサーを横へ滑らせた際の自動番号送りに任せて支柱部分を飛び越えてはいけません。必ず一度戻り、NOTE で支柱の先の正しい音番号を明示的に指定してください。

作業台ですべてのハンマー位置をスキャンする

通常手順どおり共通 BENCH 位置基準とセクションを設定し、隠れていた音も含む完全なハンマースキャンを実行して検出本数を確認します。これにより、楽器内で弦高基準を取れなかったハンマーについても正確な位置をPMPが認識します。
楽器内で弦高基準と実測レットオフの両方を記録した適切な試験音で MATCH INSTR を行います。次に PROFILES:4 でプロファイル補正を有効にします。

PMP は支柱前後の最も近い実測弦高基準を直線で結び、その間の基準値を自動で算出します。こうして、楽器内ではハンマーが隠れていた音も作業台上で PMP を使って整調できます。

これらの基準値は前後の測定値から補間算出されたものであり、隠れた弦自体の個別な凹凸は反映されません。そのため、支柱の両隣で測定可能な基準音は特に丁寧に記録してください。

方法 2：支柱の前後で別々のセクションに分ける

支柱直前の最後の測定可能音で1つ目のセクションを終え、支柱の向こう側の最初の測定可能音から新しいセクションを開始します。間の隠れた音はどちらのセクションにも含めず、手作業で整調します。

先の例では、1つ目のセクションが音 1〜11（COUNT 11）、音 12〜14 は手動整調のため除外、2つ目のセクションが元の音 15 から開始（新セクション内では NOTE 1 からカウント）となります。COUNT にはそれぞれの実音数のみを設定します。
分割した2つのセクションは通常のセクションと同様に STRING SCAN または HAMMER EACH で基準を取得し、サンプル音の実測レットオフを記録して作業台へ移行します。支柱部の手動整調音はこれらのセクションデータには含まれません。

どちらの方法を選ぶべきか？

1つの連続セクションにまとめれば、隠れた音も補間基準を使ってPMP上で整調できます。2つのセクションに分ければ補間を使わずに済み、支柱部分の音だけを完全に手作業で整調できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.18 中断後の再開と作業状態の保存



PMP本体での作業再開

SCAL MODE で「LOAD: *」を開き、以前使用したスロットを選択します。「Delete all Measurements?」では「NO: OK」を押して既存データを保持します。記録しておいた条件どおりにガイドレールとセンサーを設置し、該当する作業場所（INSTR / BENCH）とセクションを選びます。

作業台では、元の印に合わせて RESTORE:* で共通の位置基準を復元します。ここでは NEW POINT を選ばないでください。新しい基準点を設定すると、以前の基準点に依存する BENCH の記録が消去されます。次に既知の音へ移動し、表示される区間、音番号、レーザーの光点を確認します。設置状態が同じなら、既存の基準データを使って整調を続けられます。



楽器内では、ケース上のテープ目印にガイドレールを合わせ、そのセクション記録時と同じセンサー高さ・傾き・アーム角度を復元します。HAMMER EACH の記録がある場合は、該当セクションで「SET REFPOS: *」「HAMMER POS: 2」を開き、記録済みのハンマーを1本選んで以前の測定点へレーザーを合わせて「DONE: OK」で確定します（STRING SCAN を併用している場合も同様です）。REFPOS はレール方向の横位置のみを復元するため、続いて「センサー位置変更後の弦基準の確認」に従って複数音で弦接触を確認してください。他のセクションも同様に行います。

ウェブ画面での記録保存と比較



ウェブインターフェースで「ACTION」を開きます。保存状態を取得するには、PMP本体を SCAL メニューへ戻してからブラウザー上の「GET ACTION DATA FROM PMP」をクリックします。INSTR と BENCH の重ね合わせ表示や COMPARE での差分確認が可能です（各記号や書き出し機能は第 5.9 節を参照）。

上部ナビゲーションの「SAVE」で完全な楽器ファイル（.pmp）を保存し、「REPORT」でPMP不要で閲覧できる HTML レポート、「CSV」で ACTION の数値表を作成できます。なお、PMP本体側での位置基準復元とブラウザー側でのファイル読み込みは別個の操作です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.19 楽器データセットの保存と再読み込み



長時間作業する場合は、最初に SCAL MODE の NEW:OK から空きスロットを選びます。番号付きスロットを選ばずに開始した場合は、SAVE:1 で ADVANCED のデータセットをスロットに割り当てられます。使用中のスロットに上書きする場合は、既存データが不要であることを確認してください。

データセット内のセクション番号で作業区間が決まります。同じ区間の INSTR と BENCH の測定は、同じセクションに記録します。中断後は LOAD:* を開き、使用中のスロットを選びます。

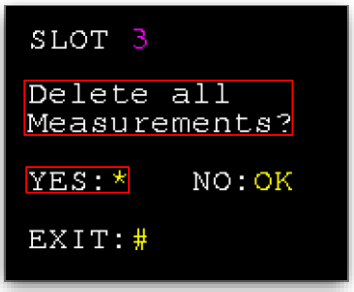
Delete all Measurements? が表示されたら、NO:OK で測定を保持します。続いて作業場所と該当セクションを選び、必要に応じて位置基準を復元します。

セクション内の特定データだけを消去するには、各セクションメニューの「DELETE: 0」を使い、確認画面で削除対象をよく確認してください。スロット選択画面の「STORAGE: *」からストレージ管理を開けます。セットアップを変えたり電源を切ったりする前に、保存完了やエラー表示がないか必ず確認してください。



セクションの自動切り替えが有効な条件

楽器内での自動セクション切り替えが機能するのは、セットアップを一切変えずに共通位置基準で連続記録した区間同士のみです。アーム角度が同じでもガイドレール位置やセンサー傾きを変えた場合は自動切り替えできません。そのため、ダンパー装着状態のスタインウェイの例ではセクションを手動選択してセットアップを復元します。一方、作業台ではガイドレール・まっすぐなアーム・TILT 傾きがすべて共通のまま固定されているため、共通 BENCH 基準で MATCH INSTR 済みのセクション間を自動で切り替えられます。

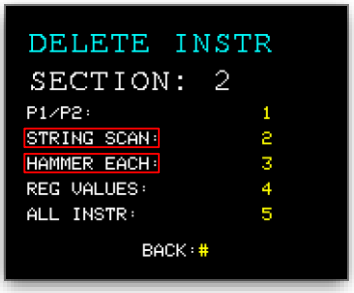


スロットへの確実な保存

保存済み SCAL データでは、測定中の音から離れるタイミングで新しい整調値がスロットへ書き込まれます。最後の音を測定し終えたら必ず「SCAL: 2」でメニュー画面へ戻り、最後の音の値まで確実に保存してから電源を切るかブラウザーでデータを取得してください。保存エラーが表示された場合は解消してから終了してください（ライブ表示が出ているだけでは保存完了にはなりません）。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.20 セクション内の特定記録の消去

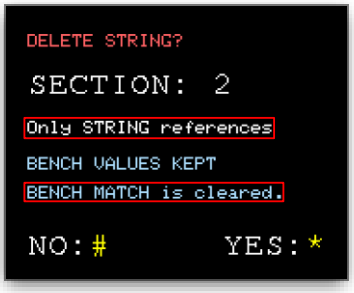


SCAL メニューで作業場所（INSTR / BENCH）とセクション番号を確認してから「DELETE: 0」を開きます。消去されるのはそのセクション内の選択したデータ種別だけであり、他のセクションやスロットは保持されます。灰色の項目は該当データが存在しないため選択できません。

楽器内データの削除（DELETE INSTR）

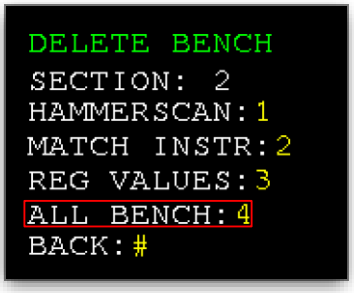
・P1/P2: 1 — 両端基準 P1/P2 を削除 ・STRING SCAN: 2 — 弦スキャンプロファイルのみ削除（HAMMER EACH は保持） ・HAMMER EACH: 3 — ハンマー接触記録のみ削除（STRING SCAN は保持） ・REG VALUES: 4 — 楽器内で測定した整調値のみ削除 ・ALL INSTR: 5 — そのセクションの INSTR 基準と整調値をすべて削除

重要：MATCH 照合は対応する INSTR 基準に依存しているため、基準となる INSTR データを削除すると紐づく BENCH MATCH も同時に消去されます（確認画面に「BENCH MATCH is cleared.」と表示されますが、別保存されている BENCH 整調値自体は残ります）。HAMMER EACH を削除した場合、残った STRING SCAN の位置基準を必要に応じて復元してください。



作業台データの削除（DELETE BENCH）

・HAMMERSCAN: 1 — ハンマー位置マップのみ削除（基準と整調値は保持。MATCH の場合は INSTR 測定点を引き続き使用可能） ・MATCH INSTR: 2 — MATCH 照合のみ削除（ハンマースキャンと整調値は保持） ・REG VALUES: 3 — 作業台で測定した整調値のみ削除 ・ALL BENCH: 4 — そのセクションの P1/P2、MATCH、ハンマースキャン、BENCH 整調値をすべて削除（INSTR データは保持）
実行前には必ずセクション番号と削除対象を示す確認画面が表示されます。「YES: *」で実行、「NO: #」で中止します。なお、1音分の MATCH サンプルだけを削除したい場合は、MATCH 全体を削除せず MATCH 一覧画面で直接「DELETE: 0」を使用してください。



空き容量が不足している場合

「STORAGE FULL」が表示されたら「STORAGE: OK」でストレージ管理を開き、不要なデータセットのみを削除した後、あらためて保存スロットを選択してください。キャンセルした場合は保存されていません。エラー表示が出た場合は、電源を切る前に保存成功を確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.7.21 センサー位置変更後の弦基準の確認

横位置基準と高さ基準を分けて確認する

センサーアームを回したり戻したりする際、センサーの高さがわずかにずれることがあります。目視やガイドレールの目印へ戻しただけでは高さ基準の一致は保証されないため、アームを戻したり高さを動かしたりした後は、まず REFPOS でセクションの横位置基準を復元してください。

続いてセクション内の離れた数音を選び、フェルト帯は使わずハンマーシャンクフックでハンマーを弦まで引き上げて確認します。位置表示ガイドで保存済みの測定点へ合わせ、弦接触時の「DIST」がおおよそ 0.00 mm を示すことを確認してから作業を続行してください。

全体の均一な高さずれを RESTORE HEIGHT で補正する

接触時の表示がセクション全体で一様にずれている場合は、そのセクションで HAMMER EACH を開き、既存プロファイルがある状態で「RESTORE HEIGHT: 2」を選択します。セクション内に分散した複数の記録音について、フックでハンマーを弦へ引き上げて確認サンプルを取得します（フェルト帯は不要、必ず同じ測定点を使用）。この補正により現在の接触基準の高さオフセットが修正されます（別途保存されている STRING SCAN 自体は独立保持されます）。位置基準は維持されますが、この操作は REFPOS の復元作業の代わりにはなりません。

セクションごとにアーム角度が異なる場合は「THIS SECTION: 1」を選択し、他のセクションはそれぞれのセットアップで個別に確認してください。「ALL OPEN SECTIONS: 2」による一括補正は暫定的な処置であり、他の各セクションでも必ず弦接触を確認する必要があります。

弦高プロファイル固有の凹凸形状はそのまま保たれ、高さ補正量のみが別保存（再補正時は上書き）されます。特定の1音だけがずれている場合は一括補正では直せないため、その音の測定点と基準記録を見直してください。

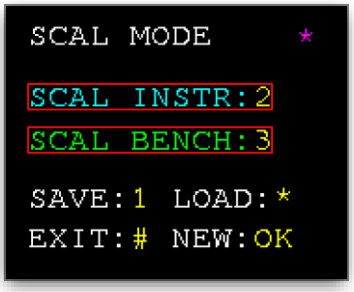
ずれた基準で測ったレットオフ値は MATCH INSTR 前に取り直す

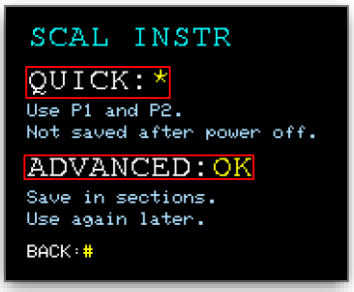
高さ基準がずれた状態で実測 INSTR レットオフ値をすでに記録してしまっていた場合は、高さ補正後に必ず通常状態でレットオフを取り直してください（REFPOS を復元しただけでは古い測定値は修正されません）。最終測定が実測レットオフになっていることを確認し、「SCAL: 2」で戻って保存します。

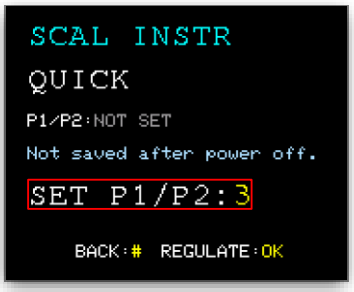
接触基準を取り直したり基準構成を変更したりした場合は、そのまま作業台へ進まず、未変更の適切なサンプル音で MATCH INSTR をやり直してください。別保存されている BENCH 整調値は以前の記録として残りますが、新しい照合が有効であることを保証するものではありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.8 SCAL ADVANCED：基準とデータセット







SCAL は複数の音をまとめて整調するための機能です。測定画面で「SCAL: 2」または OK を押して開きます。「SCAL INSTR: 2」で楽器内測定、「SCAL BENCH: 3」で作業台測定へ進みます。すでにいずれかの SCAL モードが有効な場合は、キー 2 で直接そのメニューが開きます。「BACK: #」で作業場所の選択画面に戻ります。

一時的な基準に使う QUICK

QUICK:* を選択します。

「SET P1/P2: 3」で両端2音による一時的な基準取得画面が開きます（一連の簡易手順は「SCAL INSTR QUICK：楽器内での整調」および「SCAL BENCH QUICK：作業台での整調」を参照）。電源を切ると QUICK の基準は消去されるため、次回は再取得が必要です。メニューを開いた後は「REGULATE: OK」で整調画面へ戻れます。

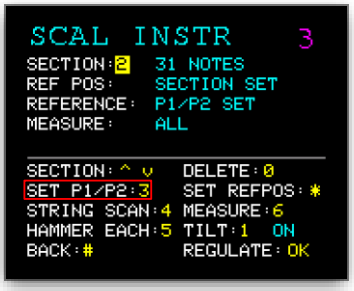
複数セクションの保存と作業再開に使う ADVANCED

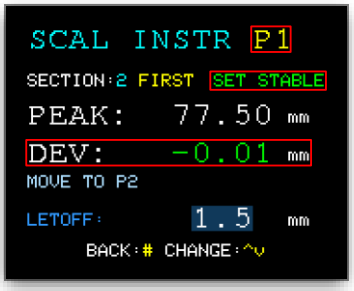
区間ごとの測定データを保存したい場合、各音の弦高やハンマー高さを個別に記録したい場合、あるいは楽器内での結果をそのまま作業台へ移行したい場合は「ADVANCED: OK」を選択します。上下キーで SECTION（セクション）を切り替えます。1つの楽器データセットには最大9つのセクションを格納でき、各セクションに INSTR と BENCH の双方のデータを保存できます。セクションは楽器内の作業区間、スロットはピアノ1台分のデータセット全体を保存する記憶領域を指します。

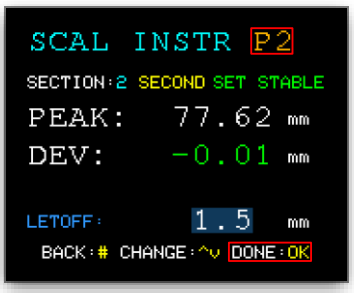
88鍵グランドピアノの分割例：セクション 1 は低音部 20 音、セクション 2 は中音部 31 音、セクション 3・4 は高音部の2区画（17 音・20 音）。各セクション中央の弦に合わせたセンサーアーム角度で全音の往復光路が通るように区画を決めてください。それで光路が確保できない場合は、それぞれ固定のアーム角度を持つより細かいセクションへ分割します。弦面の反りが大きい場合にも短めのセクション分けが有効です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.8.1 SCAL INSTRモード（基準線）







セクションに対して最も簡便な基準は、測定した両端2点を結ぶ直線基準です。QUICK または対象となる ADVANCED セクションで「SET P1/P2: 3」を開き、片方の端で P1、もう一方の端で P2 を記録します。進行方向は左から右でも右から左でもかまいません。

最初のハンマーを弦に当てて離す

ハンマー上部頂点にレーザースポットを合わせ、「LETOFF」にこの端音の目標レットオフ値を設定します。画面を開いた直後から測定待機状態になっているため、ハンマーを弦に当たるまで持ち上げて離します。同じ音で複数回繰り返すことで基準の再現性を確認できます。「DIST」に現在のセンサー距離、「PEAK」に直近の検出値、「DEV」に同音の直前回との差が表示されます。

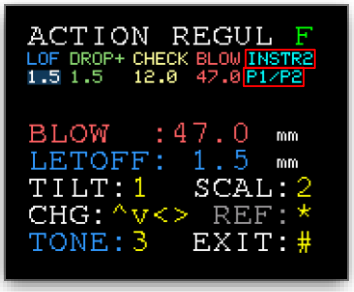
反対側の端へ移動して P2 を完了する

有効な記録を1回以上取得した後にセンサーを 10 mm 以上動かすと、P1 が確定して P2 へ切り替わります。安定して繰り返されると「SET STABLE」および「MOVE TO P2」が表示されます。反対側の端で LETOFF 目標値を確認し、同様にハンマー接触を記録して「DONE: OK」で完了します。各端点は1回の有効記録でも成立しますが、基準計算には直近最大3回の有効記録の平均値が使用されます。

この基準が有効な測定画面では、右上に「INSTR（セクション番号）」と「P1/P2」が表示されます。両端間は直線で補間されるため、途中で弦面が大きく湾曲している場合はセクションを細かく分けるか、ADVANCED で各音の個別弦高を記録してください。

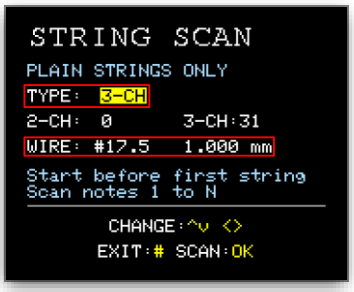
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

P1 と P2 で異なるレットオフ目標値を設定する



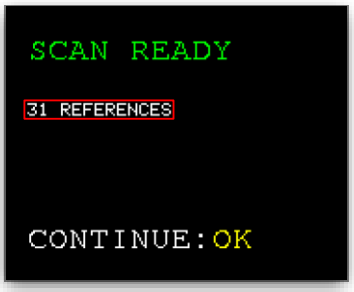
両端で異なる目標レットオフ値を設定したい場合は、基準取得時にそれぞれの値を入力します。PMPはその間を滑らかに按分します（例：開始側 1.5 mm・終了側 1.1 mm の場合、中間地点では 1.3 mm）。最高音に向けてメーカー指定値が狭くなる場合や、低音部で巻線径に応じて目標値を変える場合に便利です。

裸線区間を STRING SCAN で記録する



裸線（プレーン弦）が上から直接見える場合は、SCAL INSTR で音ごとの弦高をスキャン記録できます。対象セクションで「STRING SCAN: 4」「NEW SCAN: 1」を選び、「TYPE」を 2-CH、3-CH、または MIXED 2+3 に設定します。各弦本数構成の音数と、セクション中央付近の弦径に相当する弦番手（WIRE）を入力してください（中央の代表値で十分な精度が得られます。図の例は中音部 3本弦 31 音、WIRE #17.5）。

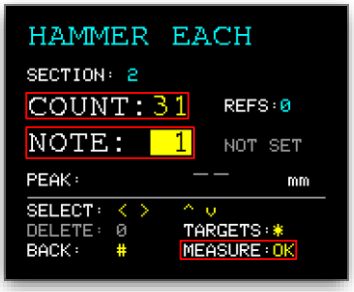
最初の弦の少し手前で「SCAN: OK」を押し、方向を変えずにセクション全体の上をゆっくり一定の速さで滑らせます。「STRINGS」に検出された個別の弦本数がカウントされます（混在区間では先に2本弦、続いて3本弦の順に通過させます）。完了すると「SCAN READY」に保存された音基準数が表示されるため、「CONTINUE: OK」で戻ってセクション内容を確認します。

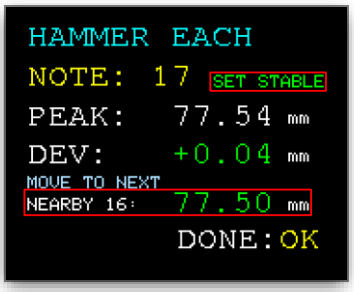


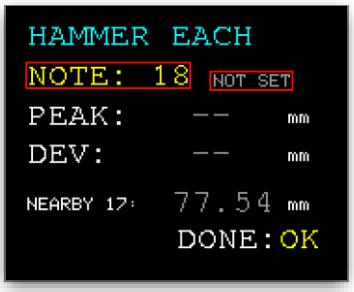
STRING SCAN をそのまま使用する場合の測定位置は、3本弦では中央弦と右弦の間、2本弦では2本の弦の間になります。巻線やダンパーで光路が遮られる区間では HAMMER EACH を使用してください。ダンパー取り付け前に記録した STRING SCAN は、後から HAMMER EACH の接触記録を追加して新しいセットアップへ適合させられます（位置ガイドと全手順は「ダンパー取り付け後のSTRINGプロファイル再利用」を参照）。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

HAMMER EACH で1音ずつ記録する







ハンマーヘッドを介して弦高基準を記録する場合は「HAMMER EACH: 5」を選びます。COUNT はセクションの全音数、NOTE はセクション内の通し音番号です（例ではセクション 2・全 31 音。すでに STRING SCAN がある場合はその音数が固定適用されます）。どのハンマーから始めてもかまいませんが、NOTE を実際の音番号に合わせてください。STRING SCAN を併用しない場合はセクション内の全音を記録します。後日作業台での初回 MATCH サンプル測定で再現できるよう、適切な1本のハンマー上に正確な左右測定箇所を印しておきます（開始音と同じである必要はありません）。

「MEASURE: OK」で記録を開始します。少数音の接触であればハンマーシャンクフックでハンマーを弦まで引き上げて離します。多数の音を連続記録する場合にのみ、ジャックとハンマーローラーの間にフェルト帯を挟んで鍵盤から操作します。「SET」が新規有効記録、「SET STABLE」と「MOVE TO NEXT」が安定した繰り返しを示します。「NEARBY」は記録済み隣音の値、「DEV」は同音の直前回との差です（詳細手順は「HAMMER EACH：フェルト帯を使って多数の音を記録する」を参照）。

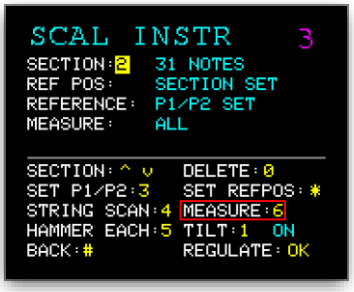
続けてセンサーを次の音へ移します（記録は継続したまま 10 mm 以上移動すると次の認識済み音または隣音へ切り替わります）。未記録の音が続く区間では順番に進め、毎回 NOTE 番号を確認してください。画面例では音 17（SET STABLE）から音 18（NOT SET）へ切り替わった状態を示しています。

「DONE: OK」で一覧画面に戻ります。ここで任意の音だけを再記録でき、「TARGETS: *」でレットオフ目標値を設定、「DELETE: 0」で確認後に選択音のハンマー基準を削除できます。既存の STRING SCAN は HAMMER EACH と併存して保持され、十分に離れた最低2音の接触記録でプロファイル全体が現在のセットアップへ適合されます（追加の接触は精度確認用）。SCAL メニューの「REGULATE: OK」でそのセクションの整調画面へ進みます。

MATCH INSTR を行う場合は、接触記録の直後に弦接触を確認し、（使用していた場合は）フェルト帯を外してサンプル音の実測 INSTR レットオフを測定します（数音の照合接触ではフックを使いフェルト帯は不要）。この間、センサーアーム・高さ・ガイドレール・各ハンマーの測定箇所を一切動かさないでください。接触を取り直した音は MATCH 用に実測レットオフも必ず取り直す必要があります（古い整調値は参考記録のまま残ります）。次のセクション用にアームを回すのはその後にしてください（「楽器内での実際のレットオフを記録する」を参照）。

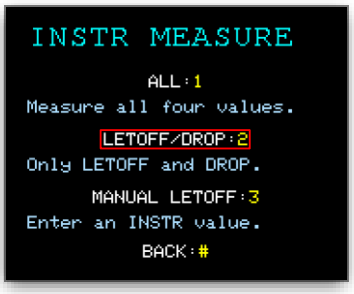
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

楽器内での測定範囲の設定



ダンパー装着時はセクション中央の弦にセンサーアームを合わせ、全音の光路を確認して角度を固定します。アームを大きく回転させた場合はセンサーを水平にして TILT をオフにし、「MEASURE: 6」「LETOFF/DROP: 2」を選択します。これにより上部領域で弦高基準・レットオフ・ドロップを測定します（打弦距離には別のレール位置が必要です）。まっすぐなアームと適切な TILT 角度が使える場合は、「ALL: 1」でレールを動かさずに4項目すべてを測定できます。

実測レットオフの手動入力

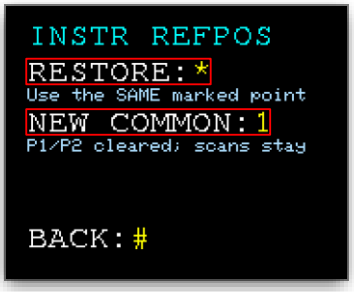


最高音部のカポバー付近で REAR 配置かつ角度調整をしてもハンマーヘッドにレーザーが届かない場合は、直前の弦を STRING SCAN で記録したうえで、適切なサンプル音を目視で弦直下のレットオフ（0.00 mm）に合わせ、「MANUAL LETOFF: 3」から実測値として入力し「SAVE: OK」で保存します（後の MATCH INSTR 用。詳細は「特例（カポバー）：弦スキャンとレットオフ0.00 mm」を参照）。

MATCH には同じ音に実測の弦高基準と位置情報があることが必須であり、手動入力だけで基準の代わりにはなりません。また、ここで入力するのは実測値であり目標値は変更されません。上下キーで項目を切り替え、左右キーで音番号や数値を変更します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.8.2 位置基準の設定と復元



「REF POS」は保存済みの測定点とガイドレール上のセンサー位置を結び付けます。作業を再開する際は、まずガイドレールをケース上の目印に戻し、セクション記録時のセンサー高さ・傾き・アーム角度を復元してから、印を付けた測定点で位置基準を確定してください。テープの目印は機械的設置の再現、REF POS は装置側の位置対応付けを担います。後から変えたアーム角度を REF POS で補正することはできません。

楽器内：セクション個別基準と共通基準



新規の STRING SCAN または HAMMER EACH には通常そのセクション個別の位置基準が設定されます。センサー位置に応じて複数セクションを自動切り替えしたい場合は、記録前に「SET REFPOS: *」で共通基準を設定します（まっすぐなアームで複数セクションにわたり光路が通る場合などに有効）。セクション間でアーム角度を回す必要がある場合は、個別基準を使用し、各セクション中央の弦にアームを合わせてセクションを手動選択してください。以前の共通 STRING 基準は、後から別のアーム角度で追加した HAMMER EACH 接触へ自動適用されません。



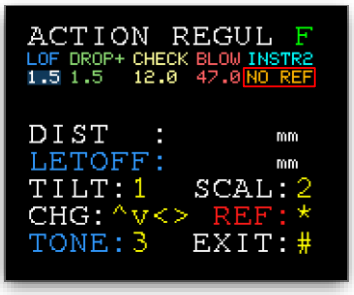
再設置時はセンサーを元の正確な点へ合わせて「RESTORE: *」を使用します。HAMMER EACH の記録がある場合は記録済みのハンマー（例では SET 表示のハンマー 17）にレーザーを合わせて「DONE: OK」で復元できます。STRING SCAN の場合は保存済みの弦点（3本弦なら中央弦、2本弦なら右弦）に合わせて復元します。

作業台：全セクション共通の位置基準

作業台でも同じ印を付けた基準点で「RESTORE: *」を実行して復元します。共通基準と適合データがあれば、センサーを動かすだけで現在のセクションを自動認識します。休憩後の再開時は、まず既知の基準音で一致を確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

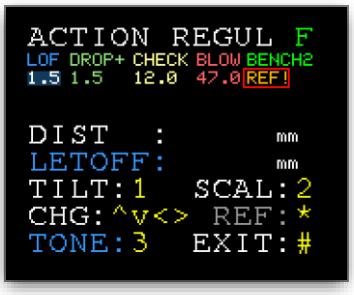
別の基準点から意図的に新しく設定し直す場合



楽器内で「NEW COMMON: 1」を選ぶと現在位置に新しい共通基準を設定します。このとき既存の INSTR P1/P2 は消去されますが、記録済みの弦スキャンおよびハンマー高さは保持されます。楽器内で引き続き使用する際は、各セクションを保存済みの音で再度位置合わせしてください。

作業台で「NEW POINT: 1」を選ぶと新しい基準点が設定され、現在のデータセット内でそれに依存する BENCH 基準・ハンマーマップ・BENCH 測定値がすべて消去されます（INSTR データは保持されます）。従来の印の位置で作業を再開する場合は、必ず「RESTORE: *」を選択してください。

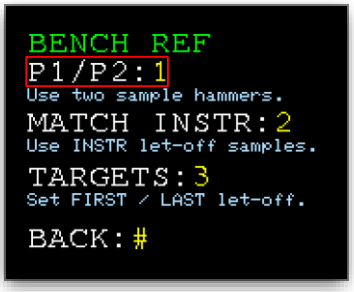
測定画面での位置と基準状態の確認

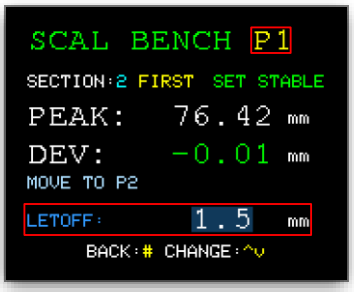


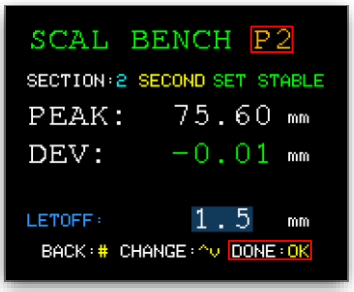
個別の基準が保存されている場合は、位置矢印を中央に合わせることで保存測定点へ誘導されます。ハンマーヘッドにスポットが当たり測定範囲内にあることを確認してください。「NO REF」が表示されている音には基準がありません。
「REF!」または赤い「!」が表示された場合は、整調を始める前に基準設定、現在位置、およびセンサーセットアップを必ず確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.8.3 SCAL BENCH：P1/P2とプロファイル補正







MATCH INSTR の代わりに、両端2音を用いた P1/P2 方式で作業台基準を構築することもできます。前述のとおり作業台セットアップと共通 BENCH 位置基準を整え、楽器内で実測した両端2音のレットオフ値を未変更のまま維持しておきます（安定した再現性があれば最終目標値である必要はありません）。P1/P2 は適切なセットアップであれば TILT オフでも利用可能ですが、その場合は個別測定の制限が適用されます（MATCH INSTR は TILT オン必須）。

QUICK では「SET P1/P2: 3」、ADVANCED では対象セクションを選んで「SET REF: 3」「P1/P2: 1」を開きます。最初の端音にセンサーを合わせ、「LETOFF」に楽器内で実測したレットオフ値を入力します。鍵盤をゆっくり押してレットオフさせ完全に離すと記録されます。同音で複数回繰り返し、DEV と SET STABLE を確認します。

有効な記録を取ったらセンサーを反対側の端へ移します（P1 が確定し P2 が測定待機状態になります）。第2端音の楽器内実測レットオフ値を入力し、同様に複数回確認して「DONE: OK」で完了します。PMPは両端のレットオフ位置と入力値から弦の位置を作業台上に再現します。

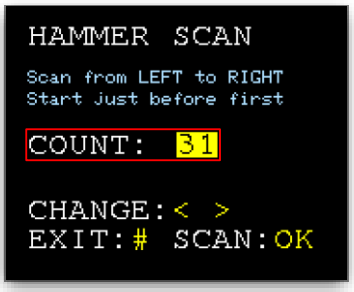
複数回の確認測定が重要な理由

両端2音はセクション内すべての中間音の基準を決定するため、端点の誤差が区間全体へ波及します。必ず両端で複数回確認し、数値がばらつく場合は押鍵の仕方とスポット位置を最初に見直してください。

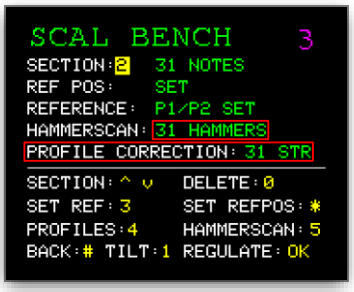
同様に、基準とする両端2音のレットオフ機構が機械的に安定していることも不可欠です。長年の演奏でジャックがレットオフボタンフェルトに深い溝を作っている場合、レットオフボタンをわずかに回しただけでレットオフ距離が大きく変わり、基準音として不適格になります。そのような場合は該当フェルトを交換し、楽器内で基準音を丁寧に整調し直してから作業台での測定を行ってください。機械的に不安定なレットオフは測定回数を増やしても補正できません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

ハンマー位置のスキャンとプロファイル補正の適用







両端間の実際の弦高が直線から外れている場合、既存の楽器内（INSTR）プロファイルを BENCH の P1/P2 基準と組み合わせることで、作業台上に弦面をより正確に再現できます。

ADVANCED で共通 BENCH 位置基準とセクションの P1/P2 基準を設定した後、「HAMMERSCAN: 5」を開いてハンマー数（COUNT）を確認します。最初のハンマーの少し手前にセンサーを置いて「SCAN: OK」を押し、静止状態の全ハンマーの上を左から右へ一定の速さでスキャンします。「SCAN READY」で所定のハンマー数（例ではセクション 2・31 本）が検出されたことを確認します。

「PROFILES: 4」でプロファイル補正のオン／オフを切り替えます。図の例では BENCH P1/P2 基準、31 本のハンマー位置、および 31 音の INSTR 弦高基準がそろっており、各音の個別な高低差が自動反映されます。測定画面の「P」がプロファイル補正有効の印で、灰色の「P」は隣接点から補間された値であることを示します。

粗整調であれば P1/P2 のみでも十分な場合が多くあります。最終確認としてアクションをグランドピアノ本体へ戻し、実際の弦に対して仕上がりを確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.9 ウェブインターフェースのACTION機能

5.9.1 ACTIONを開いてリアルタイム表示を設定する

ウェブ画面の「ACTION」では、上部にリアルタイムの整調表示、下部に保存済みデータの一覧グラフが表示されます。リアルタイム表示はハンマーの動きに連動し、現在値の確認と過去測定値との比較を即座に行えます。下部の保存グラフはセクション全体を見渡すために使用し、PMPからデータを再取得した時点で更新されます。

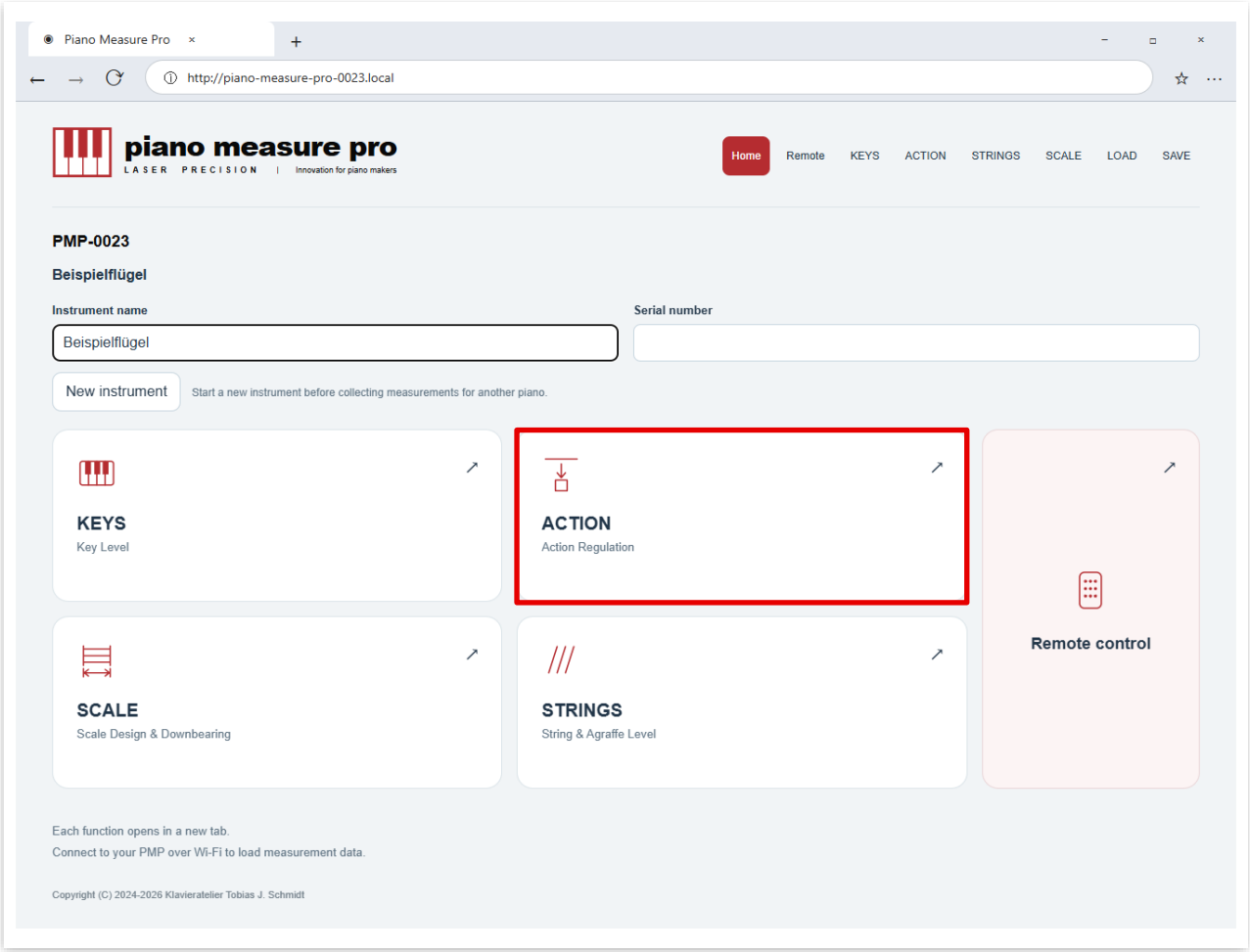
接続方法

起動時にWi-Fiを有効にするか、メインメニューで赤外線リモコンの 1 を約1秒長押し（独自アクセスポイントオン）、または 2 を約1秒長押し（保存済みローカルWi-Fiへ接続）します。オフにするには 0 を約1秒長押しします。PMP画面に表示されたモードとアドレスを確認してください。

重要なお知らせ

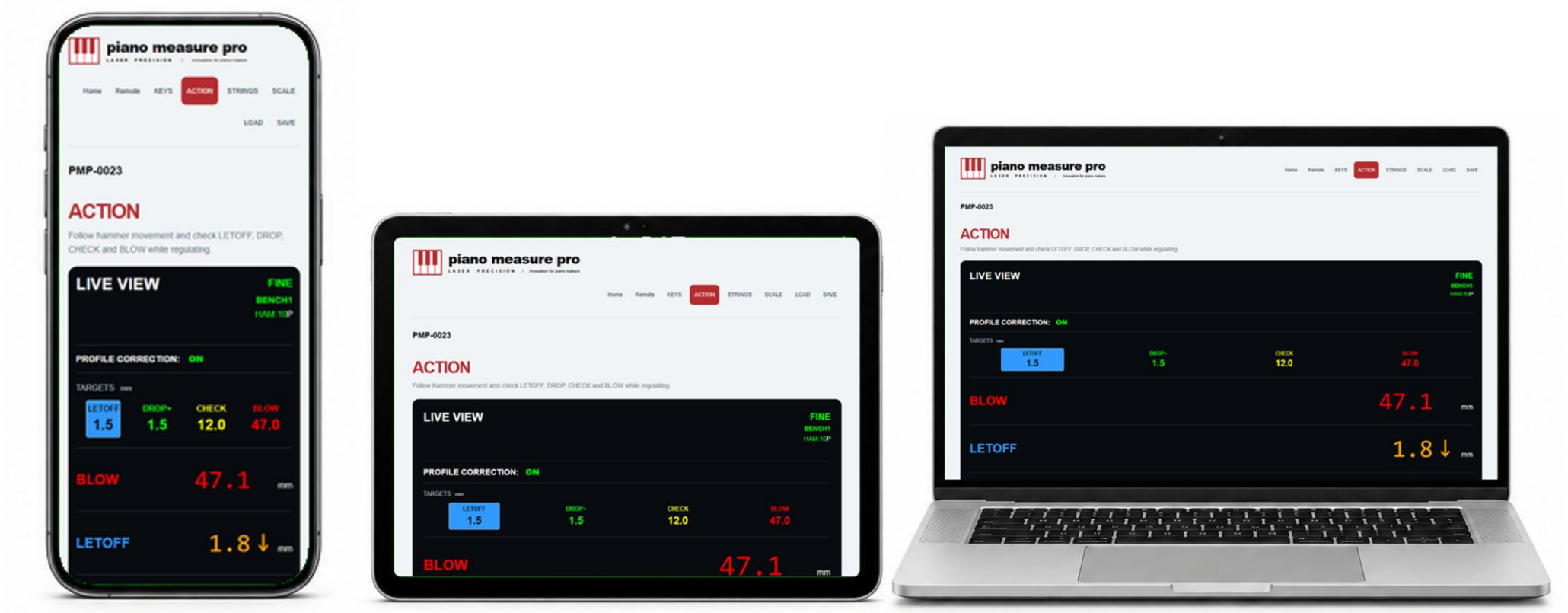
リアルタイム表示には可能な限りダイレクト接続（DIRECT）をご使用ください。ローカルWi-Fi（HOME WiFi）経由で遅延やカクつきが発生する場合は、表示端末をPMPのWi-Fiへ直接接続してください（ローカルWi-Fiの応答速度はルーターとの距離・電波品質・通信負荷に影響を受けます）。

PMP本体で「action regul.」を起動し、FINE / COURSE と基準を設定してください。ACTION 画面は測定値とセンサー位置を表示する専用ビューであり、基準選択・目標値設定・測定方式の切り替えはPMP本体（または REMOTE）で行います。



スタートページ上の赤枠「ACTION」タイルを選択すると、リアルタイム表示画面が新しいブラウザータブで開きます。

スマートフォン、タブレット、ノートPC／デスクトップPCでのACTION表示



縦向きスマートフォン、タブレット、およびノートPCでのサンプル表示例です。リアルタイム値はWi-Fi経由でPMPから受信され、下へスクロールすると詳細グラフが表示されます。以降の画面例はすべて整調前の同一サンプルデータを示しています（音 10 の LETOFF は楽器内で 1.9 mm、作業台で 1.8 mm、整調目標値は 1.5 mm）。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.9.2 黒いパネルの測定値とステータスを読む

FINE / COURSE と作業場所の表示

右上の色付き表示は判定モード（FINE / COURSE）を示し、その下の「INSTR1」「BENCH1」は作業場所とセクション番号を表します。「P1/P2」「STR:」「HTS:」は基準方式、「HAM:10」はハンマー 10 を示します。末尾の「P」は作業台のプロファイル補正有効（灰色 P は補間プロファイル値）、「i」は測定点間の内挿値、「e」は測定範囲外の外挿値、「!」はその位置の基準確認が必要であることを警告します。

TARGETS（目標値）と2行の測定値表示

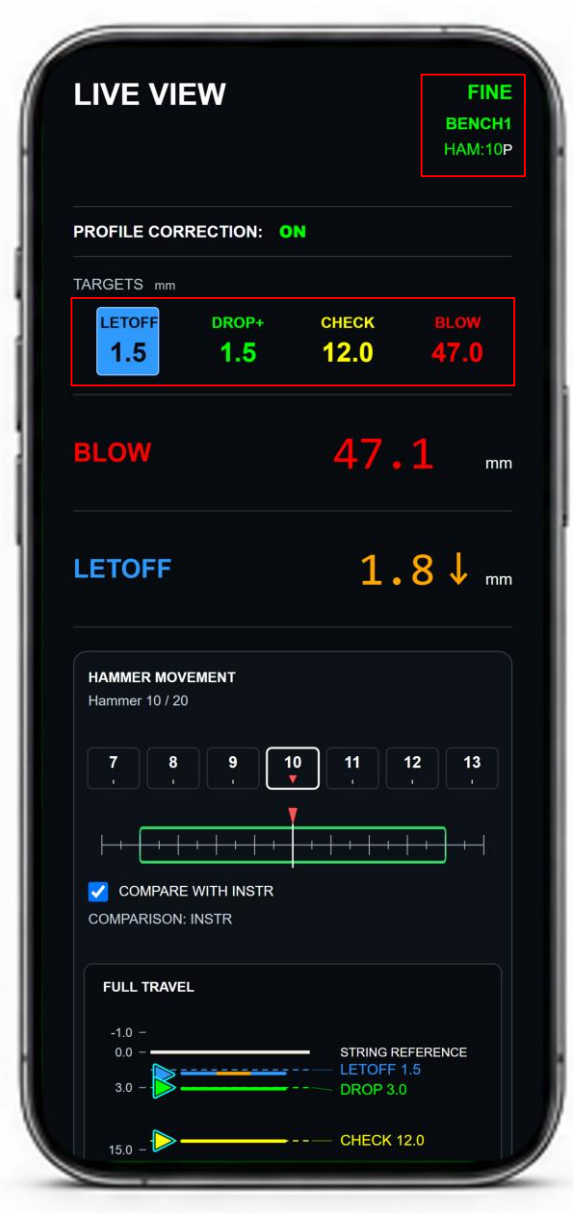
「TARGETS」は設定目標値で、強調表示されている項目が現在PMP側で選択中のパラメーターです。DROP+ はレットオフ後の落差であり、測定行の DROP は弦からの距離を示します（例：LETOFF 1.5 mm + DROP+ 1.5 mm = DROP 目標値 3.0 mm）。

上段の測定行はハンマー位置に応じて DIST、DROP、CHECK、または BLOW を自動表示し、下段には検出された LETOFF を表示します。オレンジ色＋下向き矢印は距離が大きすぎること、マゼンタ色＋上向き矢印は距離が小さすぎることを示し、許容範囲内では各パラメーター固有の色になります。ハイフン表示は未測定、DIST は現在の距離表示です。

設定情報とステータス表示

MEASURE（測定範囲：ALL / LETOFF / DROP）、REF（基準種別および STRING モード時の設定弦径）、SCAL（アクティブなセクションや P1/P2・OFFSET・OUTSIDE 状態）、TILT / LASER DEG / BORE-LEN / SHANK-LEN（センサー傾きと関連寸法）、TONE（音フィードバック対象または OFF）、および BENCH 時の PROFILE CORRECTION（ON / OFF）を確認できます。

縦向きスマートフォン画面。下へスクロールするとハンマー動作表示、音ごとのデータ列、保存済みグラフが確認できます。



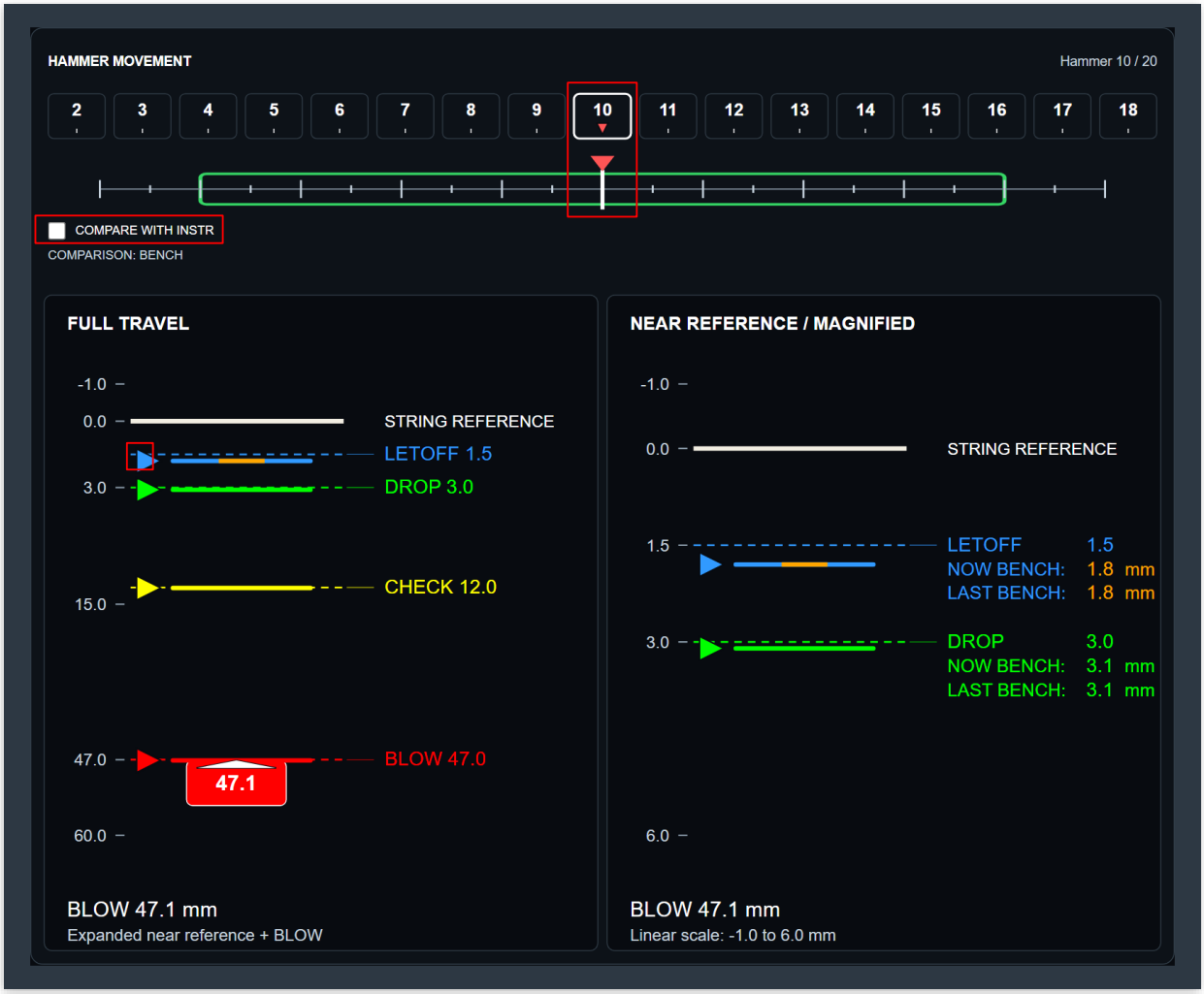
5.9.3 ハンマーの動きと位置を追跡する

「FULL TRAVEL」は静止位置から弦高基準までのハンマー全行程を示し、動くハンマーアイコンが実測されたハンマー頂点位置にリアルタイム追従します（TILT オフの上部測定では全行程は捉えられません）。上端の基準線は方式に応じて「STRING REFERENCE」または「HAMMER REFERENCE」と表示されます。重要な領域を見やすく拡大した非線形目盛になっているため、調整時は数値（mm）を基準にしてください。

「NEAR REFERENCE / MAGNIFIED」は弦付近（-1.0〜6.0 mm）を等間隔目盛で拡大表示し、レットオフやドロップのわずかな差を明確に読み取れます。細い破線が目標位置、太い色付きバーが実測値で、ハンマーが動いた後も記録位置に留まります。レーザーが一時的に外れた場合は直前表示が短時間保持されるため、ステータス表示を確認してから数値を判断してください。

横方向位置の確認

上部の音番号バーは保存済みハンマー／測定点に沿ったセンサー位置を示し、赤いポインターがセンサーに連動して動きます。白枠が現在アクティブなハンマーで、下の精密目盛は 0.5 mm 刻みです。ポインターを中央に合わせ、レーザーが頂点に当たっているか確認してください。「Between hammers」「Positioning」「Sensor moving」などの表示が出ている間は、まだ対象音の位置が確定していません。



ノートPC表示（静止状態のハンマーと基準付近の拡大表示）。比較チェックはオフで、「COMPARISON: BENCH」により三角マーカーが作業台側の前回値であることが示されています。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

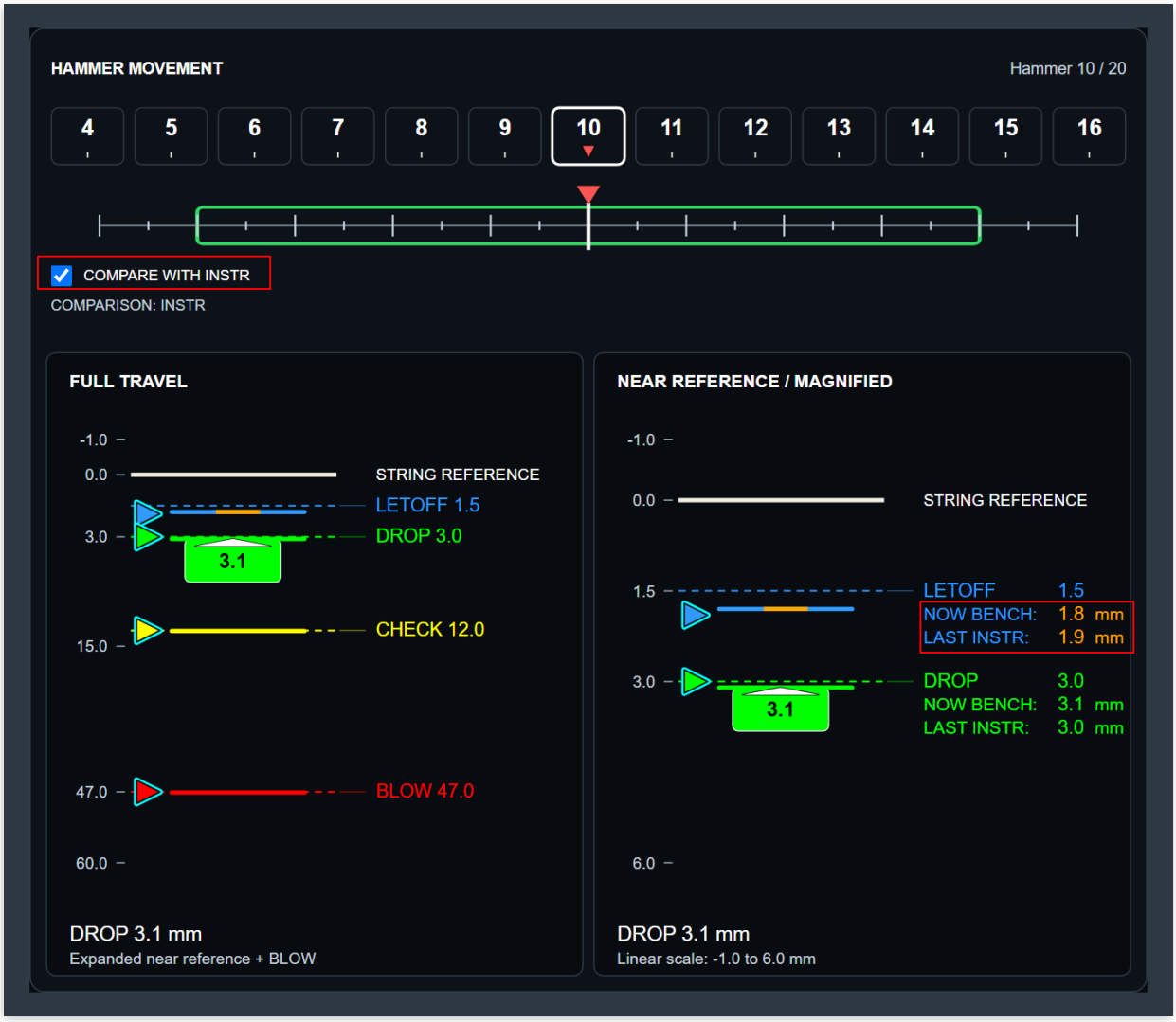
5.9.4 三角マーカーとINSTR / BENCHのリアルタイム比較

横を向いた色付きの三角マーカーは過去の比較値を表し、頂点が目盛上の過去測定位置を示します。塗り色は LETOFF・DROP・CHECK・BLOW に対応し、シアン（水色）の枠線は楽器内（INSTR）由来のデータであることを示します。なお、三角マーカーはハンマーの移動方向や増減の指示を表すものではありません。

チェックボックスがオフのときは、現在と同じ作業場所の前回値のみが表示されます。音へ移動した時点でその比較値（LAST）が固定され、同じ音を何度も測り直しても「NOW」だけが更新されて「LAST」と比較し続けられます。該当する過去値がない場合は三角マーカーは表示されません。

作業台では「COMPARE WITH INSTR」にチェックを入れることで楽器内の過去値を並べて表示できます（楽器内では「COMPARE WITH BENCH」と表示。ページ内2か所のチェックボックスは連動しています）。チェックを切り替えると三角マーカーと LAST の参照元だけが変わり、NOW とメイン測定行は常に現在の作業場所の値を表示します。作業場所を変えた際はチェック状態を確認してください。

図の例では LAST INSTR が 1.9 mm、NOW BENCH が 1.8 mm です。未整調のまま作業台へ移したアクションにおける 0.1 mm のわずかな差は、移行プロセスやハンマー頂点上のわずかな測定点差によるもので実用上問題ありません。楽器内の実測値（LAST INSTR）と最終目標値は混同しないでください。



横向きタブレット表示。BENCH がアクティブで「COMPARE WITH INSTR」がオンになっており、水色枠の三角マーカーと LAST INSTR が楽器内測定値を示しています。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.9.5 例：INSTRからBENCHへの移行を確認する

整調前の実測レットオフが楽器内で 1.9 mm だったアクションを未変更のまま作業台へ移行したところ、作業台では 1.8 mm と表示された例です。この 0.1 mm の小差は移行工程やハンマー頂点上のわずかな当て位置の違いによるもので問題ありません。再確認時は同じ測定点に合わせてください。



整調前の再確認画面：NOW BENCH 1.8 mm、LAST INSTR 1.9 mm。0.1 mm のわずかな移行差は実用上許容範囲内です。

その後、作業台では設定した目標値どおり正確に整調します。すなわち LETOFF 目標値が 1.5 mm であれば、NOW BENCH が 1.5 mm になるように調整します。LAST INSTR 1.9 mm は整調前の過去実測値であり目標値ではありません。また、0.1 mm の移行差を目標値へ足し引きする必要はありません。

作業台での整調後、アクションをピアノへ戻して最終確認します。大きな差が出た場合はセットアップ・測定箇所・位置基準・MATCH サンプルを確認してください。なお、下部の保存グラフは最後にPMPから取得した時点の状態を表示します（以降の図も整調前データ 1.9 mm / 1.8 mm の例です）。最新の状態を表示するにはPMPからデータを再取得してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.9.6 各音のデータ列の読み方とスマートフォンでの操作

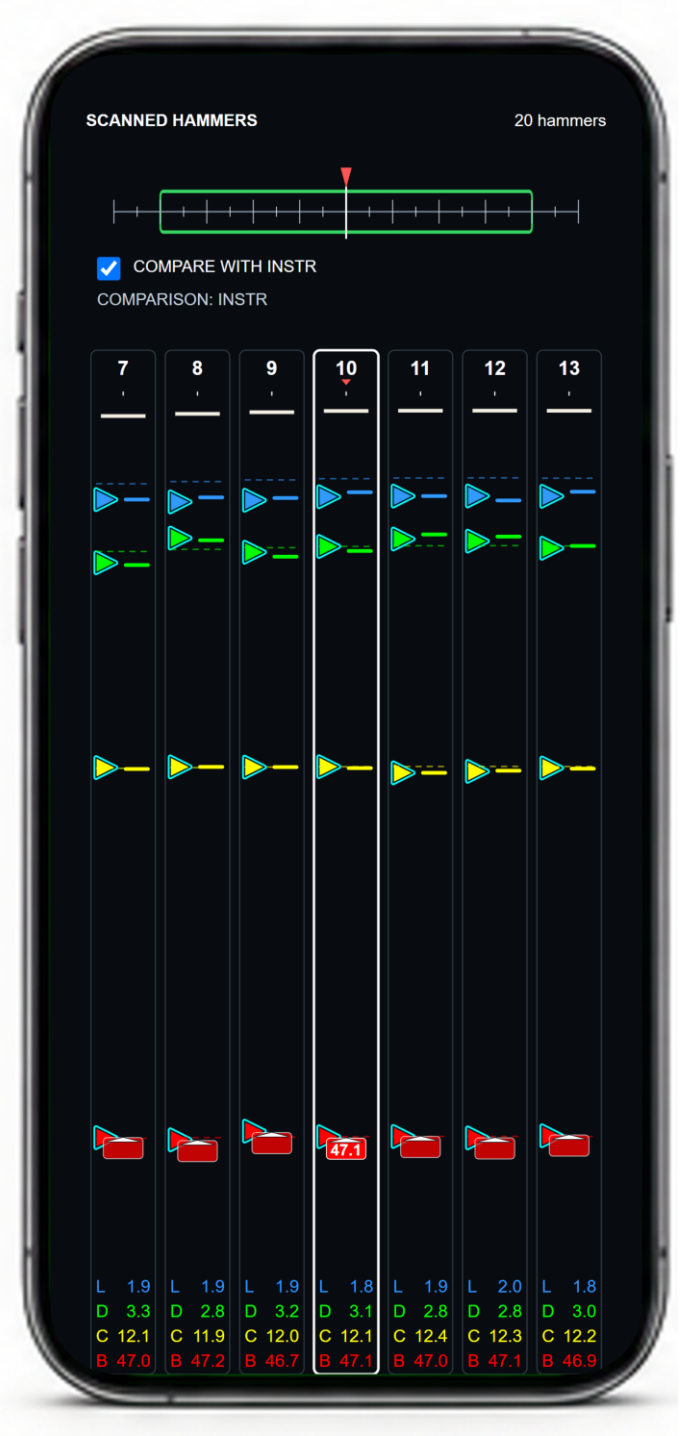
「SCANNED HAMMERS」は作業台で検出されたハンマー列を表示します（楽器内の個別基準使用時は「LOCAL HAMMER REFERENCES」と表示される場合があります）。各縦列がセクション内の1音に対応し、上部の数字がセクション内音番号です。センサーを動かすと表示範囲も自動で追従します。

白枠と赤い位置ポインターで現在測定中のハンマーを即座に識別でき、動くハンマーアイコンと現在値が対象音に、周囲の列には隣音の記録値が表示されます。色付きの目標線・測定バー・三角マーカーの見方は「三角マーカーとINSTR / BENCHのリアルタイム比較」と同じです。

列下部の数値は各実測値で、L＝LETOFF、D＝DROP、C＝CHECK、B＝BLOW を示します。ハイフン（--）は未測定を表し、LETOFF/DROP モード時は他の項目が空欄になります。なお、レーザーが一時的に距離を取れていない間も横位置ポインターは連動して動きます。

有効な音位置情報がない場合はデータ列は表示されません。「SAVED / SETUP REQUIRED」と出た場合は保存済みの位置基準と元のセットアップを復元してください。MATCH 使用時は楽器内で記録した INSTR 測定点から位置が割り当てられるためハンマースキャンは必須ではありませんが、少数の接触点しか記録していない場合はハンマースキャンなしではその数音の位置のみが認識されます。

縦向きスマートフォンでの表示（ハンマー 10 周辺を抜粋表示）。より多くの音を同時に見渡すにはタブレット横向きまたはノートPCをご使用ください。



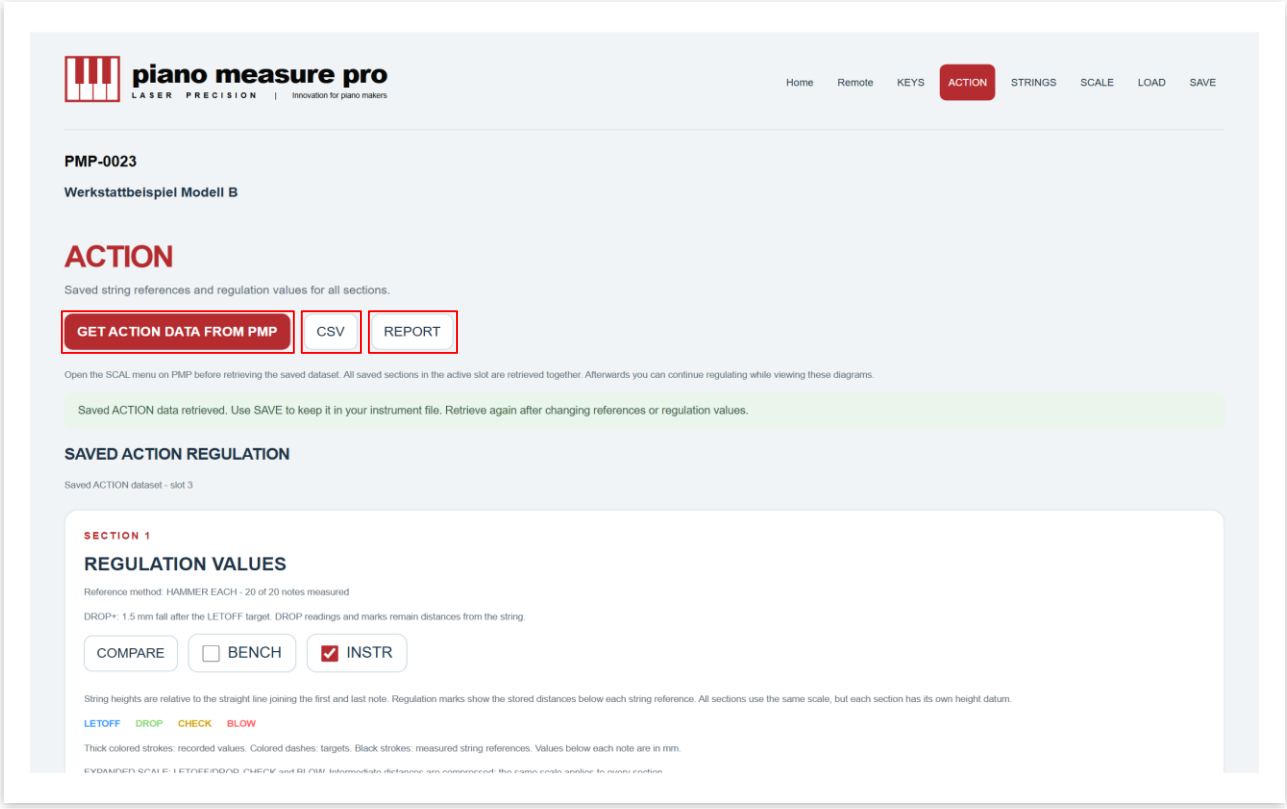
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.9.7 保存済みACTIONデータの呼び出し

PMP本体で対象の楽器データセットを読み込み、測定画面から「SCAL: 2」で SCAL メニューを開きます。ブラウザー上で「SAVED ACTION REGULATION」までスクロールし、「GET ACTION DATA FROM PMP」をクリックすると、現在のスロット内にある全セクションが一括読み込みされます。スロット番号に加え、各セクションの基準方式と記録音数が表示されます。

測定画面や記録画面が開いたままの場合は、まずPMP側で SCAL メニューに戻ってから取得してください。取得に失敗または中断した場合は前回読み込み済みデータが保持されるため、アクティブスロットを確認して再実行します。取得後はPMPでそのまま整調作業を続行でき、作業更新後に再度取得すればグラフへ反映されます。

ブラウザーでは同じ楽器ファイル内の他機能データと並べて ACTION データが保持されます。別のピアノのデータを取得する前には、スタートページで新しい楽器に切り替えるなど正しい作業状態にしておいてください。データセットと測定点が一致している場合、現在PMPで狙っている音が保存グラフ上でも強調表示されます。



ノートPC上のデータ取得・書き出しバーの例。スロット 3 を読み込み、セクション 1 の分析グラフが表示されています。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

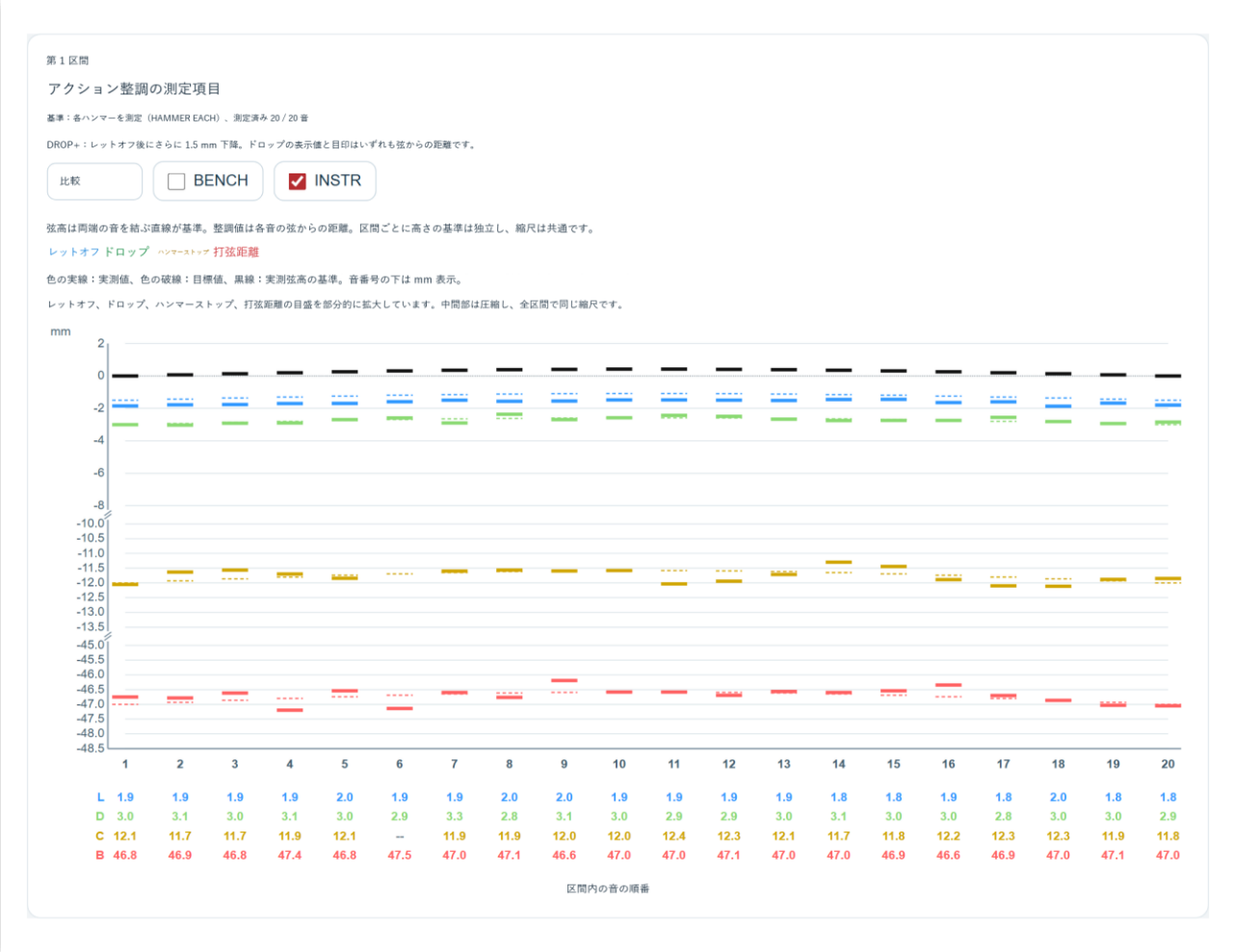
5.9.8 保存グラフと目盛の読み方

横軸はセクション内の音番号、縦軸は高さ（mm）です。各音の上部にある黒い横棒がその音の実測弦高基準、細い点線が両端の基準を結ぶ直線です。両端がそろっている場合はその直線が高さ表示の基準軸になります（端点が欠けている場合は基準に用いた音名が表示され、ガイドレールの傾きが見かけ上グラフに残る場合があります）。

灰色の破線基準は既存点からの補間値であり、P1/P2 STRAIGHT では中間音も直線上の値として表示されます。弦高プロファイルがない場合は仮想の 0 線の下に各整調距離が表示されます。高さの基準軸はセクションごとに独立しています。

太い色付き横棒が保存済み実測値、色付き破線が目標値です（青＝LETOFF、緑＝DROP、黄＝CHECK、赤＝BLOW）。弦からの距離が大きいほど下側に描かれます。音番号の下の L・D・C・B 行に各実測値（mm）が並びます（REPEAT 値がある場合は R 行も表示）。「--」は未測定、「0.0」は実測 0.0 mm を意味します。

「EXPANDED SCALE」では LETOFF/DROP、CHECK、および BLOW の各重要領域を拡大し、間の空き区間を省略圧縮（縦軸に省略記号を表示）しています。正確な比較には縦軸目盛と下部の数値表を参照してください。拡大スケール自体は全セクション共通ですが、高さ基準点はセクションごとに独立しています。



ノートPCでの INSTR 単独表示。黒い横棒が弦高基準、色付きの太線と破線がそれぞれ整調実測値と目標値を示します。

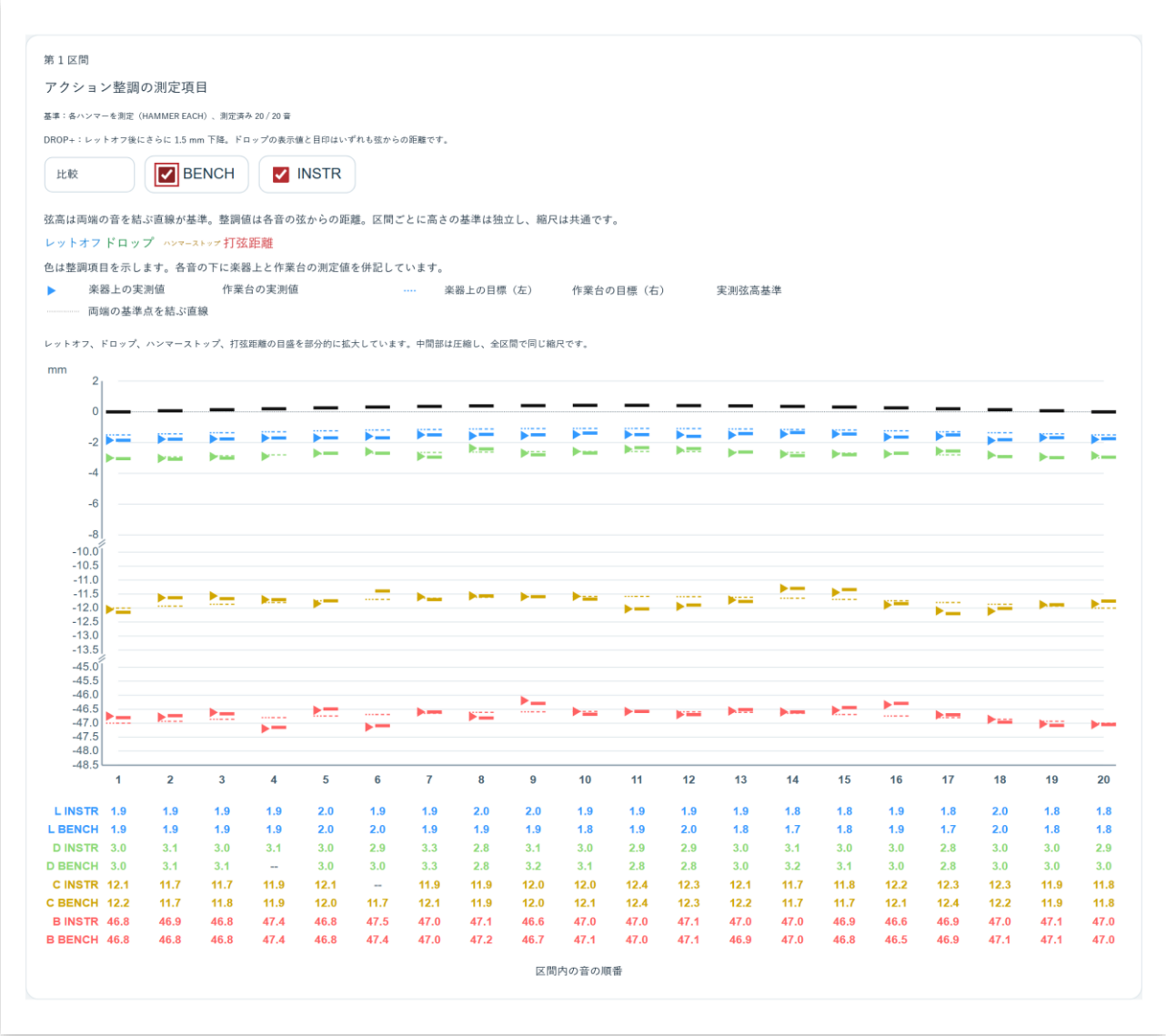
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.9.9 INSTR、BENCH、重ね合わせ表示の切り替え

「INSTR」は楽器内の保存値、「BENCH」は作業台の保存値を表示します（チェックはセクションごとに独立）。両方にチェックを入れると、同一音・同一目盛上で両者の測定値を重ねて比較できます。両方オフにすると弦高基準の推移だけを残し、整調値は非表示になります。

重ね合わせ表示では、左側の色付き三角マーカーが INSTR 実測値、右側の太い色付き横棒が BENCH 実測値を示します。同様に左側の破線が INSTR 目標値、右側の破線が BENCH 目標値です。グラフ下部の数値表も INSTR と BENCH が行分けされて表示されます。

整調前の音 10 の例：L INSTR が 1.9 mm、L BENCH が 1.8 mm で、1.8 mm の方が弦に近いため BENCH の横棒が INSTR の三角よりわずかに上に位置します（目標値はどちらも 1.5 mm）。INSTR と BENCH で異なる目標値を設定した場合は、実測値が一致していても左右の目標破線は異なる高さに表示されます。表示切替によって保存データが変更されることはありません。



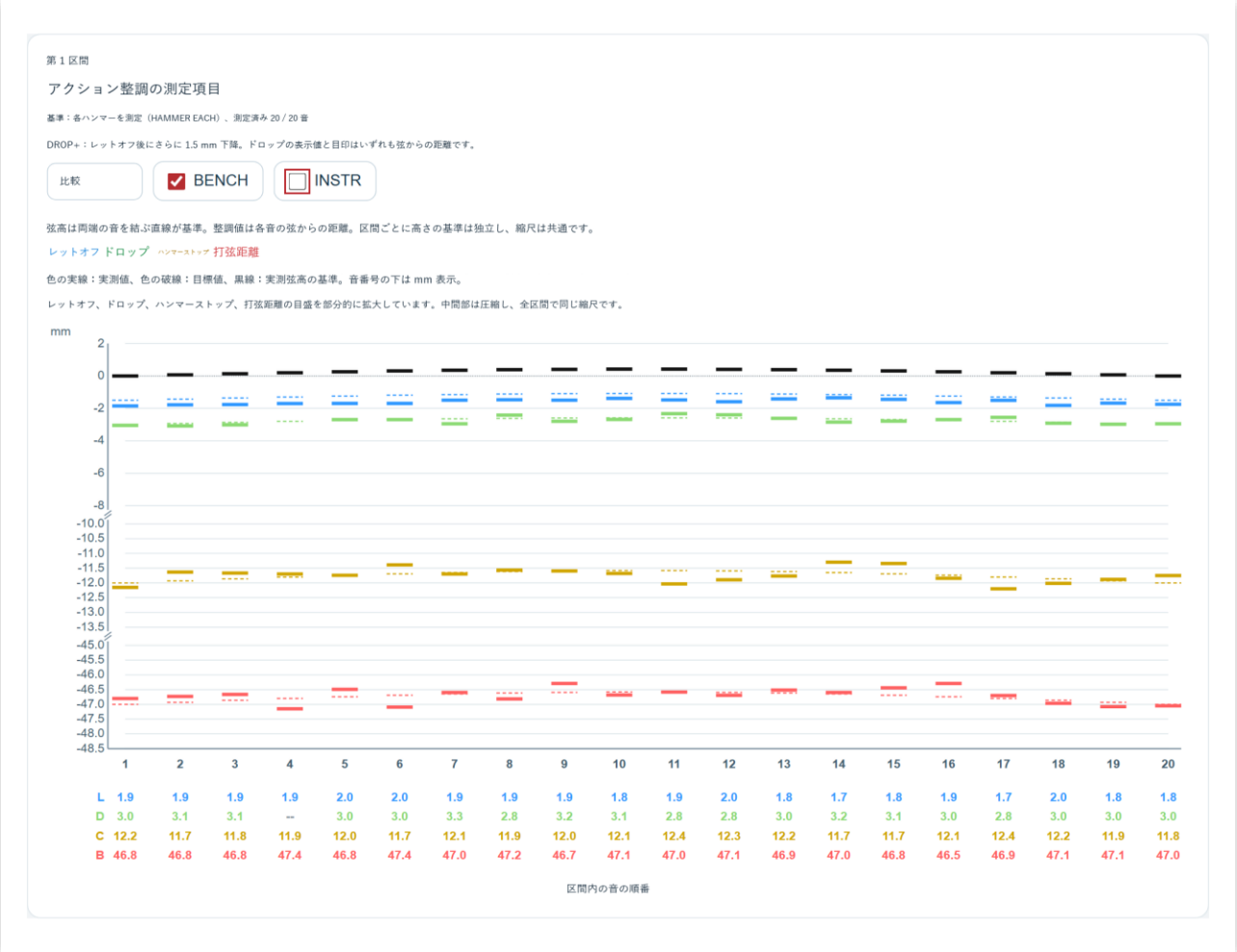
ノートPCで INSTR・BENCH 両方オンにした重ね合わせ表示。凡例に INSTR 三角、BENCH 横棒、および左右の目標破線が示されています。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

作業台データ（BENCH）のみを表示する

作業台の測定値だけを個別に確認するには、INSTR のチェックを外して BENCH のみオンにします。黒い弦高基準はそのまま表示され、色付きの測定バーと数値はすべて BENCH データになります（図は整調前の状態）。楽器内で測定済みであっても、作業台で未測定の項目は空欄（--）として表示されます。

旧バージョンのデータセットでは「LAST SHARED VALUES / SOURCE UNKNOWN」と表示される場合があります。参考値として閲覧は可能ですが、元の作業場所が区別されていないため INSTR と BENCH の差分計算は行われません。



ノートPCでの BENCH 単独表示。音 4 の未測定 DROP 値が「--」として表示されています。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.9.10 COMPARE：音ごとの差異を確認する

「COMPARE」をクリックすると通常の整調グラフから差分表示へ切り替わり、各音の「BENCH - INSTR」が表示されます。中央の黒い 0 線は両者が一致していることを意味し、0 線より上は BENCH の距離の方が大きく、下は小さいことを示します。もう一度 COMPARE をクリックすると元の表示に戻ります。

音 10 の例：楽器内レットオフ 1.9 mm・作業台 1.8 mm なので L 行に -0.10 mm と表示されます（作業台の方が弦に近いことを意味し、この 0.10 mm の移行差は実用上問題ありません）。片方にしか測定値がない項目は「--」となり、実測差 0.00 mm と明確に区別されます。

差分グラフの縦軸スケールは全セクション共通（0 中心）のため、複数セクションをまたいで突出した音を素早く見つけられます。異常な音を見つけたら再び INSTR＋BENCH の重ね合わせ表示へ戻して実測値と目標値を確認してください。狭い画面ではグラフを左右にスワイプして確認します。



ノートPCでの整調前 COMPARE 差分表示（BENCH - INSTR）。音 10 は LETOFF が -0.10 mm、DROP・CHECK・BLOW がそれぞれ +0.10 mm となっています。

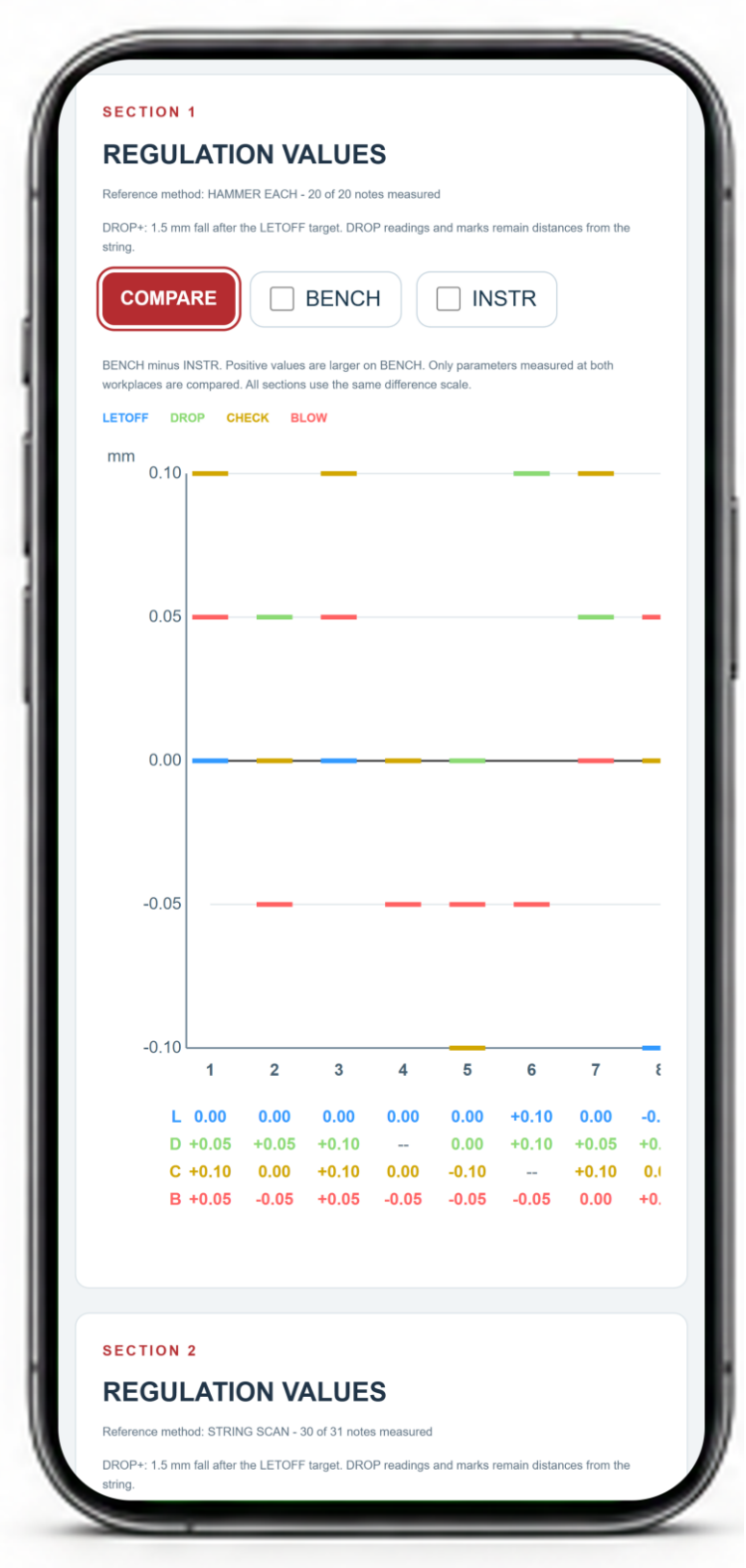
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

スマートフォンで保存グラフを読む

COMPARE・BENCH・INSTR の切替ボタンはグラフの上部に配置されています。グラフを左右にスワイプして残りの音番号を確認してください。長いセクション全体を見渡す場合は横向きタブレットまたはノートPCの使用をお勧めします。

ウェブ画面は表示・分析専用であり、表示切替・スクロール・書き出しを行っても、PMP本体側の保存データや選択中の基準音には一切影響しません。

スマートフォンでの COMPARE 画面。セクション前半が表示されており、横スワイプで続きの音を確認できます。



5.9.11 CSV、HTMLレポート、楽器ファイルの保存

データ解析用の CSV 書き出し

「CSV」をクリックすると、読み込み済みの全セクションを含む ACTION 数値表を出力します。各行にセクション番号・音番号・弦高基準の偏差が入り、LETOFF・DROP・CHECK・BLOW の各項目について INSTR と BENCH それぞれの目標値（target）と実測値（actual）が記録されます（未測定は空欄）。すべての寸法値はマイクロメートル（µm）単位です（音 10 の例：LETOFF INSTR actual = 1900［1.9 mm］、LETOFF BENCH actual = 1800［1.8 mm］、目標値 = 1500［1.5 mm］）。

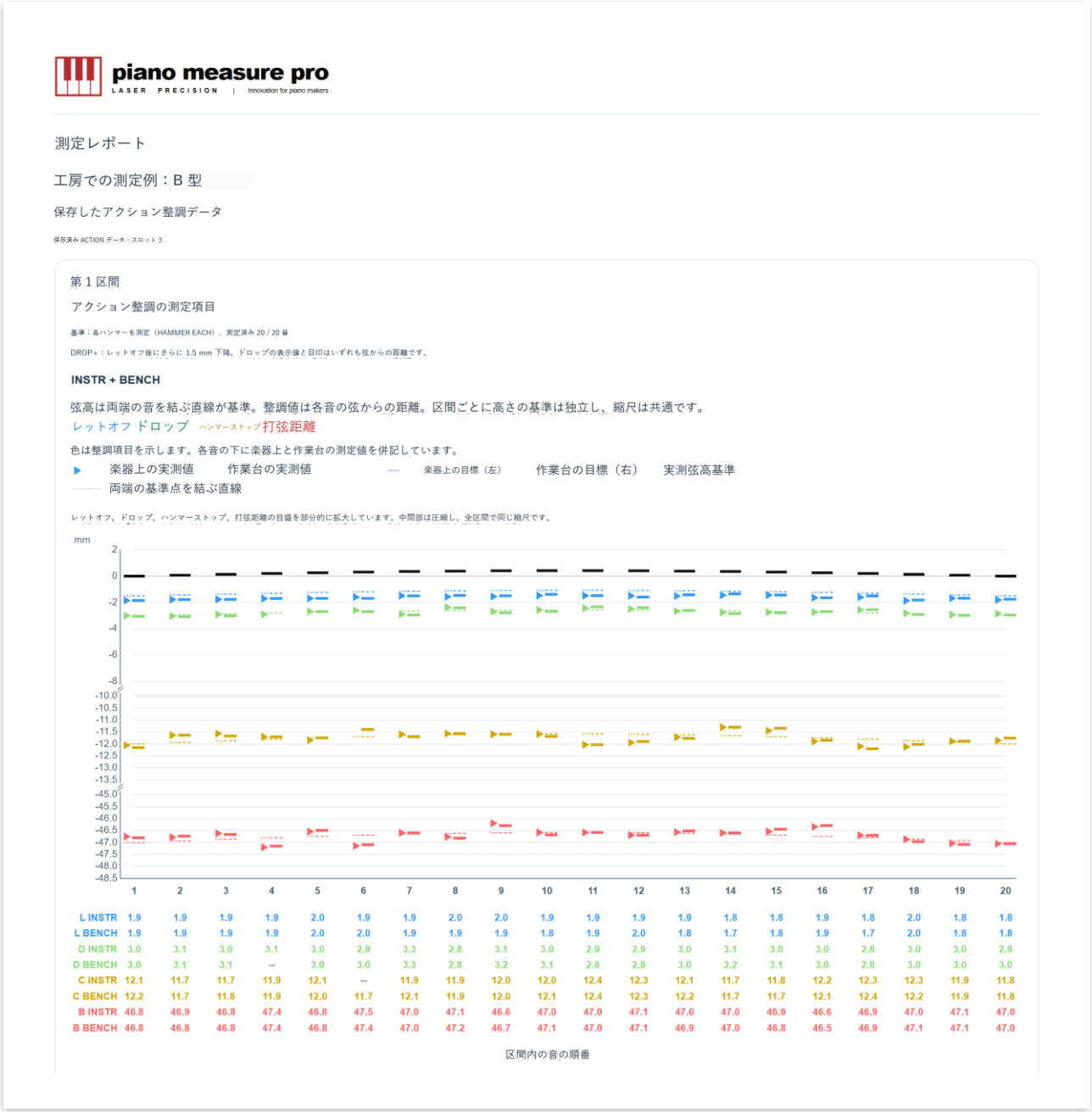
記録・共有用の HTML レポート（REPORT）

「REPORT」をクリックすると、読み込み済み全セクションの重ね合わせ・INSTR・BENCH・COMPARE 各グラフをまとめた HTML レポートをダウンロードします。このファイルは後日PMPへ接続せずに単体でブラウザー閲覧できます。外部へ共有する前に楽器名・製造番号・記録時点を確認してください。

全機能を含む楽器ファイル保存（SAVE）

上部ナビゲーションの「SAVE」は、読み込まれている全機能（KEYS・ACTION・STRINGS・SCALE）をまとめた完全な .pmp 楽器ファイルを保存し、「LOAD」でいつでもブラウザーへ再読み込みできます（CSV と REPORT は ACTION のみを出力）。なお、ブラウザー側でのファイル読み込みや取得操作がPMP本体のスロットへ書き戻されることはありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen



piano measure pro
LASER PRECISION | Innovation for piano makers

測定レポート

工房での測定例：B 型

保存したアクション整調データ

保存済み ACTION データ・スロット 3

第 1 区間

アクション整調の測定項目

基準：各ハンマーを測定（HAMMER EACH）、測定済み 20 / 20 音

DROP+：レットオフ後にさらに 1.5 mm 下降。ドロップの表示値と目印はいずれも弦からの距離です。

INSTR + BENCH

弦高は両端の音を結ぶ直線が基準。整調値は各音の弦からの距離。区間ごとに高さの基準は独立し、縮尺は共通です。

レットオフ ドロップ ハンマーストップ打弦距離

色は整調項目を示します。各音の下に楽器上と作業台の測定値を併記しています。

楽器上の実測値 作業台の実測値 楽器上の目標（左） 作業台の目標（右） 実測弦高基準

両端の基準点を結ぶ直線

レットオフ、ドロップ、ハンマーストップ、打弦距離の目盛を部分的に拡大しています。中間部は圧縮し、全区間で同じ縮尺です。

mm

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
L INSTR	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	1.9	1.9	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9	1.8	2.0	1.8	1.8
L BENCH	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9	2.0	1.8	1.7	1.8	1.9	1.7	2.0	1.8	1.8
D INSTR	3.0	3.1	3.0	3.1	3.0	2.9	3.3	2.8	3.1	3.0	2.9	2.9	3.0	3.1	3.0	3.0	2.8	3.0	3.0	2.9
D BENCH	3.0	3.1	3.1	--	3.0	3.0	3.3	2.8	3.2	3.1	2.8	2.8	3.0	3.2	3.1	3.0	2.8	3.0	3.0	3.0
C INSTR	12.1	11.7	11.7	11.9	12.1	--	11.9	11.9	12.0	12.0	12.4	12.3	12.1	11.7	11.8	12.2	12.3	12.3	11.9	11.8
C BENCH	12.2	11.7	11.8	11.9	12.0	11.7	12.1	11.9	12.0	12.1	12.4	12.3	12.2	11.7	11.7	12.1	12.4	12.2	11.9	11.8
B INSTR	46.8	46.9	46.8	47.4	46.8	47.5	47.0	47.1	46.6	47.0	47.0	47.1	47.0	47.0	46.9	46.6	46.9	47.0	47.1	47.0
B BENCH	46.8	46.8	46.8	47.4	46.8	47.4	47.0	47.2	46.7	47.1	47.0	47.1	46.9	47.0	46.8	46.5	46.9	47.1	47.1	47.0

区間内の音の順番

サンプル楽器の HTML レポート。REPORT で出力し、PMP未接続のブラウザーで開いた状態。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

5.9.12 リアルタイム表示やデータ取得ができない場合

「Connecting」または「No connection to PMP」：PMPのWi-Fiがオンになっていること、および表示端末が同じネットワークへ接続されていることを確認してください。リアルタイム測定ではPMPのWi-Fiへダイレクト接続し、ACTION ページを開き直すことを推奨します。

「Start Action Regulation on PMP」：PMP本体で「action regul.」を起動してください。「Set the reference or complete the dialog」：本体側の設定画面を完了して有効な基準を選択してください。「OUT OF RANGE」が表示された場合はセンサー高さ、レーザースポット、ハンマー位置を確認してください。

「No fresh measurement」または「Last received data」：表示中の数値は前回受信した値です。通信状態と本体の測定状態を確認してください。別のブラウザータブへ切り替えるとリアルタイム更新は一時停止し、タブに戻ると自動で再開します。

「Save pending」：最新の変更がまだスロットへ確定保存されていません。手順どおり音から離れるか SCAL メニューへ戻って保存し（本体に保存警告が出ていないか確認）、その後でデータを取得してください。セクション不足や設定不整合が表示された場合は、PMP側の該当 SCAL メニューでセクション・位置基準・基準設定を確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

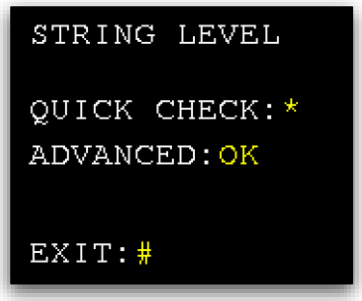
6 String level QUICK CHECK：同音弦群の高さの確認と調整

QUICK CHECK は、1つの同音弦群（ユニゾン）内における弦ごとの高低差を素早く確認する機能です。ガイドレールの傾き補正後、その同音弦群の中で最も高い弦を自動的に基準とし、低い弦を的確に持ち上げて再確認できます。

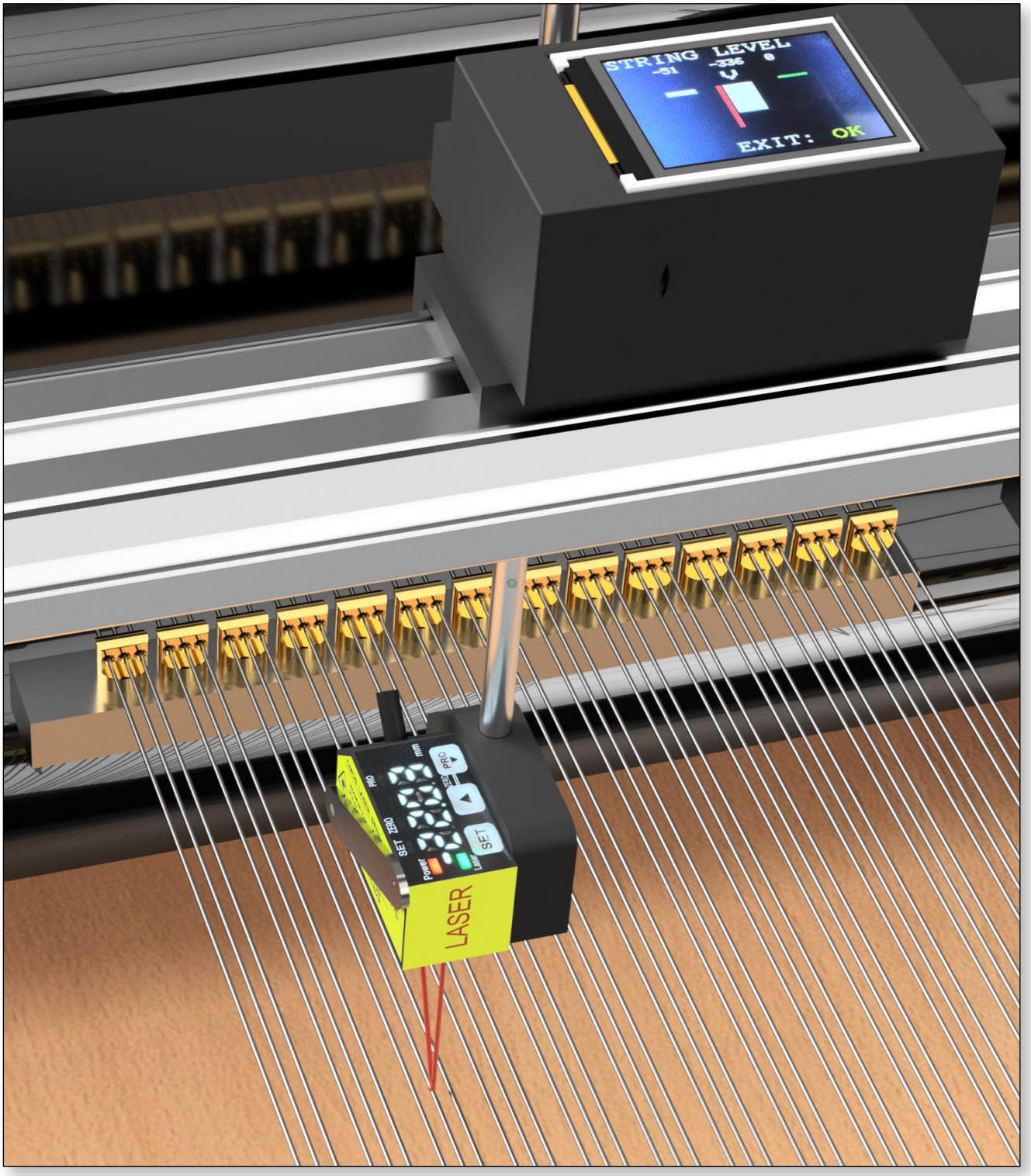
メインメニューで「string level」を選択し、* を押して「QUICK CHECK」を開きます。

起動直後に「AUTO LEVEL」から開始します。

このほかに、区間全体の弦とアグラフを共通基準でまとめて測定・分析できる「ADVANCED」モードも備わっています（第8章「string level ADVANCED」を参照）。



弦の上方へのセットアップ例。以下のディスプレイ表示はサンプル測定値です。



目的は、1つの同音弦群を構成するすべての弦を完全に同じ高さへそろえることです。そうすることで初めてハンマーヘッドが各弦を均等な力で打弦でき、均一で美しい音色が得られます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

特に張弦後は弦高のならし（弦合わせ・弦平面出し）が不可欠であり、ハンマー頂点を同音弦群に正確になじませることは、質の高い整音の前提条件でもあります。

非接触測定の利点

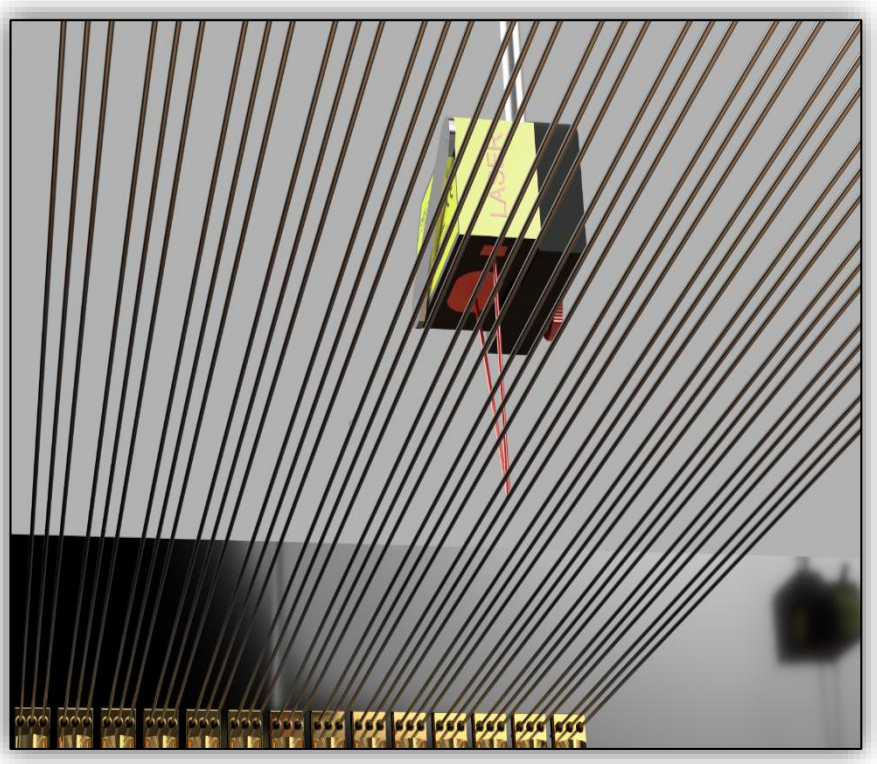


従来は小型の水準器を同音弦群に載せて確認します。弦を繰り返しはじき、水準器を外して、弦を1本ずつ調整します。すべての弦が水準器に接し、水準器ががたつかず水平になるまで繰り返すため、時間がかかります。

非接触測定システム Piano Measure Pro を使うと、こうした手間を省けます。

同音弦群の上をレーザーでゆっくり通過すると、一番高い弦と、それより低い弦を画面ですぐに確認できます。

最も高い弦が自動的に基準となり、他の弦はその基準に対して評価されます。



低すぎる弦は、該当する弦だけを上げて調整します。

調整中のリアルタイム確認

低すぎる弦にレーザースポットを正確に合わせると、LIVE 表示に切り替わります。

弦上げ工具で弦を上げ下げすると、変化がリアルタイムに表示されます。

- まだ低すぎるか
- 上げすぎて高くなったか
- 目標高さに達したかをすぐに確認できます。

何度も測定と調整を往復する必要がなく、視覚的なフィードバックを見ながら1回の工程で同音弦群全体を精密にそろえられるため、大幅な時間短縮になります。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

6.1 セットアップ：ガイドレールとセンサー

ガイドレールをリム（ピアノケース縁）に設置し、センサーが対象弦の高さを捉えられる位置に合わせます。低音巻線から裸線への境目の最初の弦から、中音部最後の同音弦群まで無理なく測定できる配置にしてください。
ガイドレールががたつかず安定して設置されていることを常に確認してください（「ガイドレールの位置合わせ」を参照）。

SENSOR 2 は「string level」機能に使用できます（「レーザー変位センサー」を参照）。弦高をそろえる際に最高の精度を得るには、SENSOR 1 を使用してください。

センサー本体の表示器を見ながら、弦がおおよそレーザーの最適測定距離（SENSOR 1 では約 50 mm）にくるまでセンサーアームを下げます。

SENSOR 1 本体の表示値は -15 mm〜+15 mm（有効測定範囲 30 mm）です。

- -15 mm：最大距離（最も遠く、ぎりぎり測定可能な限界）
- +15 mm：最小距離（最も近く、ぎりぎり測定可能な限界）

対象が測定範囲外にあるか、三角測量用の反射レーザー光が障害物に遮られると、センサー表示器に「---」が表示されます。

レーザースポットが弦の中央に当たった状態で表示値が 0 ± 1 mm 付近になれば、高さ調整は完了です。

6.2 AUTO LEVEL：ガイドレールの傾き補正

AUTO LEVEL は複数の弦を短くスキャンしてガイドレールの傾きを検出し、以降の同音弦群測定から一定の傾き成分を自動補正します。



スキャンの実行

QUICK CHECK を起動すると「MOVE SENSOR OVER STRINGS」が表示されます。
複数の弦を横切るようにセンサーをゆっくり一定の速さで動かします。「LEN」に移動距離が表示され、最低 50 mm 以上スキャンしてください（80 mm に達すると自動終了。途中で約1秒以上停止した場合はそこまでの距離で解析されます）。

解析が完了すると、「TILT」に検出された傾きが角度（deg）と 100 mm あたりの高低差（mm/100mm）で表示され、「SCAN QUALITY」にデータ品質評価（測定精度自体ではなくデータ取得品質の目安）が表示されます。「CONTINUE: OK」で同音弦群の測定画面へ進みます。



再スキャンまたはスキップ

測定画面で「AUTOSCAN: *」を押すと、いつでも傾きスキャンをやり直せます（セットアップ変更時や別音域への移動時に有効）。この傾き補正はその回の QUICK CHECK のみ有効で、次回起動時は再取得します。

スキャン中に OK を押すと AUTO LEVEL をスキップできますが、傾き補正なしではガイドレールを機械的に弦面とできるだけ平行に合わせる必要があります。再スキャンを中止したり失敗したりしても、すでに有効な補正値がある場合は上書きされません。

スキャン無効時の対処

「SCAN INVALID」とともに「TOO SHORT」（移動距離不足）、「TOO FEW DATA」（有効データ点不足）、または「FIT ERROR」（回帰解析失敗）が表示された場合は、OK で確認のうえセンサー高さと光路を確認し、* を押して十分な距離をゆっくり再スキャンしてください。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

6.3 同音弦群の測定





レーザーを同音弦群全体の上でゆっくり通過させます。センサーを停止させると、測定結果がディスプレイに表示されます。同音弦群の端から端まで完全に通過していない場合は結果が表示されません。

装置は2本弦か3本弦かを自動判別し、停止直前の 15 mm 区間のデータを解析して各弦の頂点位置（極大値）を特定します。各弦の頂点位置は続くリアルタイム調整のために記憶されます。

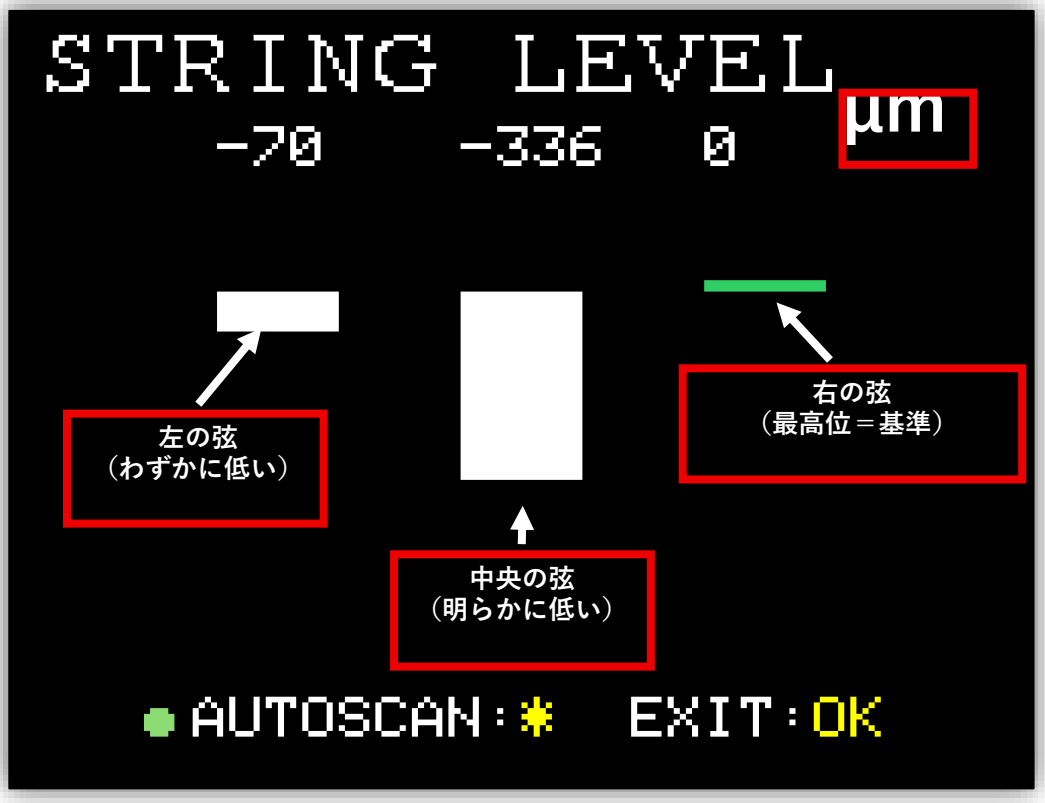
測定結果（通常3本、古い楽器では2本）は、画面に縦向きの太い白いバーとして横並びで表示されます。

最も高く測定された弦が自動的に基準となり、バーではなく細い緑色の横線で示されます。基準との高低差が 60 µm 未満の弦も緑色の横線で表示されます（正確な差は上の数値で確認できます）。60 µm 以上低い弦は白いバーで表示され、低いほどバーが長くなります。極端に低い場合は最大長の赤いバーになります。各バーの上部には基準弦との差が µm 単位で数値表示されます。

この例では右の弦が同音弦群内で最も高いため基準弦となり、細い緑線で表示されています。

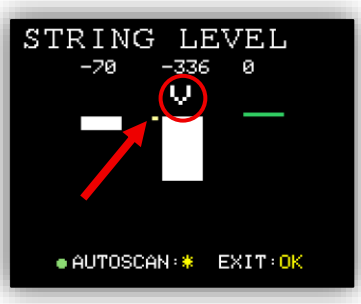
中央の弦は右の基準弦より 0.336 mm（336 µm）低いため、長い白いバーで示されています。

左の弦は基準より 0.070 mm（70 µm）低いだけのわずかな差であり、短い白いバーで示されています。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

6.4 弦高の修正と調整（LIVE表示）



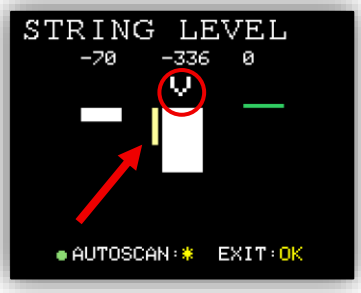
測定結果が表示されたら、修正したい弦の上へレーザースポットを正確に合わせてください。スポットが弦の中央（頂点）に乗っていることが重要です。

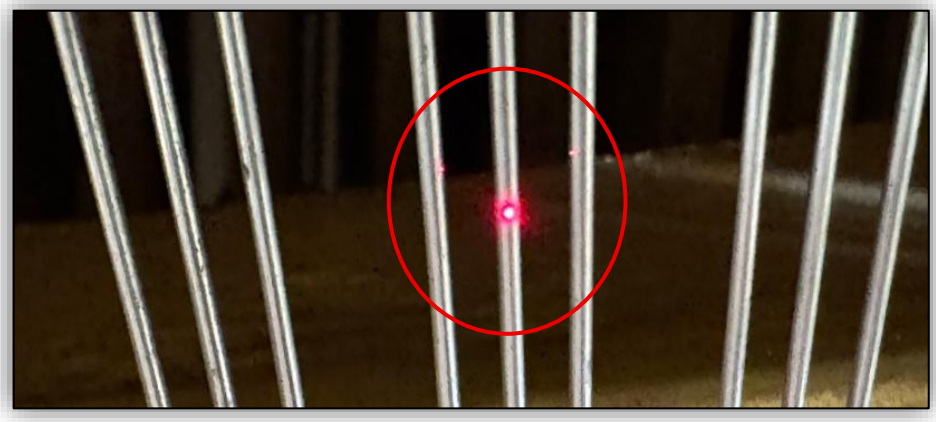
現在のセンサー位置が先ほど記憶された各弦の頂点位置と一致すると、該当するバーの上に小さな矢印（v）が表示され、その弦のリアルタイム測定（LIVE）が有効になります。この時点の高さがゼロ基準となり、以降の弦高変化が相対量としてリアルタイム表示されます。

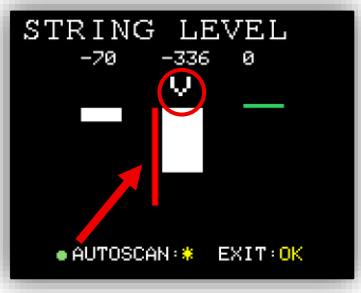
調整による高さ変化は、白いバーのすぐ左側に細い黄色のバーとして表示され、弦をどれだけ上げ下げしたかを視覚的にリアルタイム確認できます。上2枚の図では中央の弦を持ち上げており、黄色の細いバーが基準線から下へ向かって伸びていきます。3枚目の図は上げすぎた状態で、バーが赤色に変わっています。一番下の図は逆方向で、弦を押し下げると黄色の細いバーが上向きに伸びます。

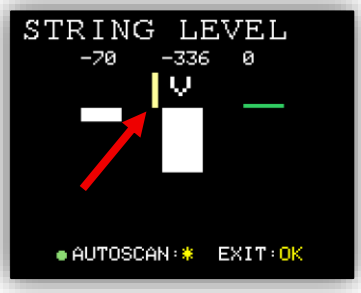
この例では、黄色の細いバーが白いバーとちょうど同じ長さになるまで中央の弦を持ち上げれば、基準弦と高さがそろいます。続けて修正が必要な他の弦にもスポットを合わせ、同じ手順で調整します。

最後に同音弦群全体をもう一度スキャンし、すべての弦がそろったことを確認してください。

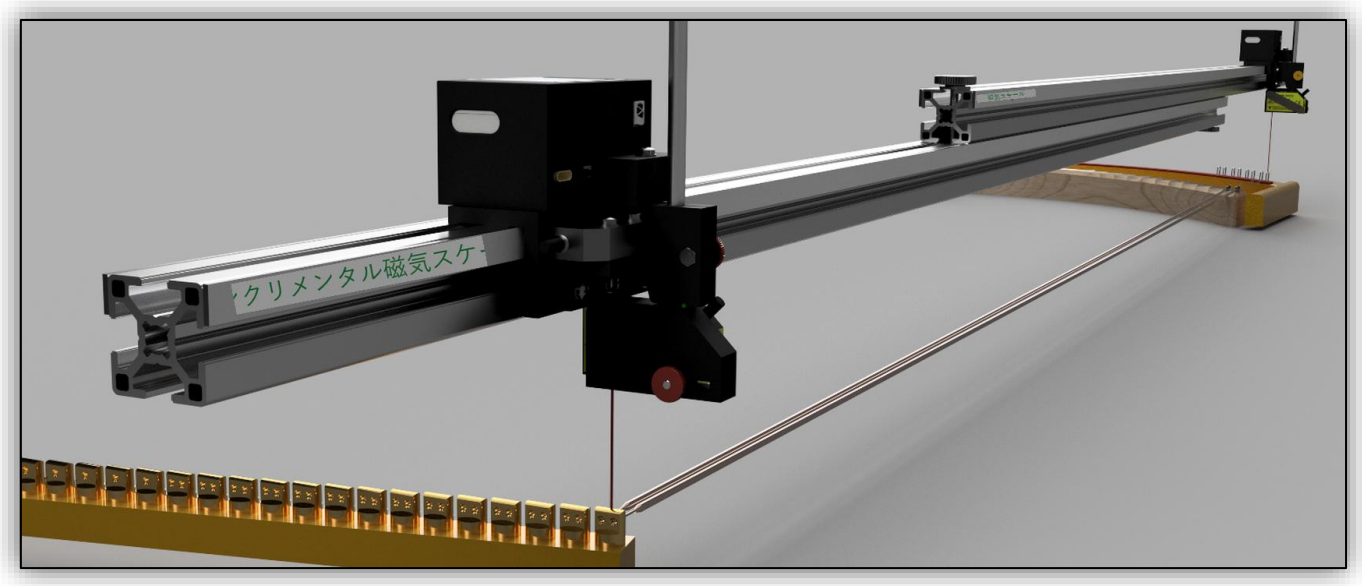








Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen



7 「scale design」機能：弦スケール測定と駒圧測定

「scale design」機能を使用すると、ピアノの弦長を精密に測定できます。この測定では、2台の装置をガイドレール上で同時に使用します。

1本のガイドレールには長さの制限があり、通常はアップライトピアノや小型グランドピアノまでが対応範囲となります。より長い弦を持つ大型機種やコンサートグランドピアノでは、2本のガイドレールを連結して必要な長さに引き伸ばすことで、非常に長い弦スケールも測定できます。これにより、全長 290 cm のベーゼンドルファー・インペリアル・コンサートグランドピアノの弦長も余すことなく測定可能です。

各ガイドレールには高精度な磁気スケールが貼られており、2台の装置はそれぞれ独自のリニアエンコーダーでレール上の現在位置を連続的に読み取ります。両機の位置の差から、2台間の距離が算出されます。

2台間では専用のWi-Fi接続が自動的に確立され、この無線通信を通じて位置データがリアルタイムにやり取りされます。

両機にはそれぞれレーザー変位センサーが搭載されています。この機能では、レーザースポットは主に目的の測定点へ正確に合わせるための照準として機能し、レーザーによる実際の高さ距離測定は後述する駒圧の算出時にのみ使用されます。

ガイドレール上での装置の配置：

測定対象の弦の上方にガイドレールを配置します。1号機は弦の前端支点（アグラフまたはカポバー）に合わせます。2本のガイドレールを連結して使用する場合、1号機は通常下側のレールに載せます。

2号機は後端側に配置し、有効弦側の駒ピン（有効弦長 S の終端）または鉄骨フレーム上のヒッチピン（全弦長 B の測定）に合わせます。2本のガイドレールを連結して使用する場合、2号機は通常上側のレールに載せます。

これにより、ピアノ製作・修理で重要となる次の2種類の長さを測定できます。

- 有効弦長：前端支点（アグラフ／カポバーなど）から駒の有効弦側駒ピンまでの長さ
- 全弦長：前端支点から鉄骨フレームのヒッチピンまでの長さ

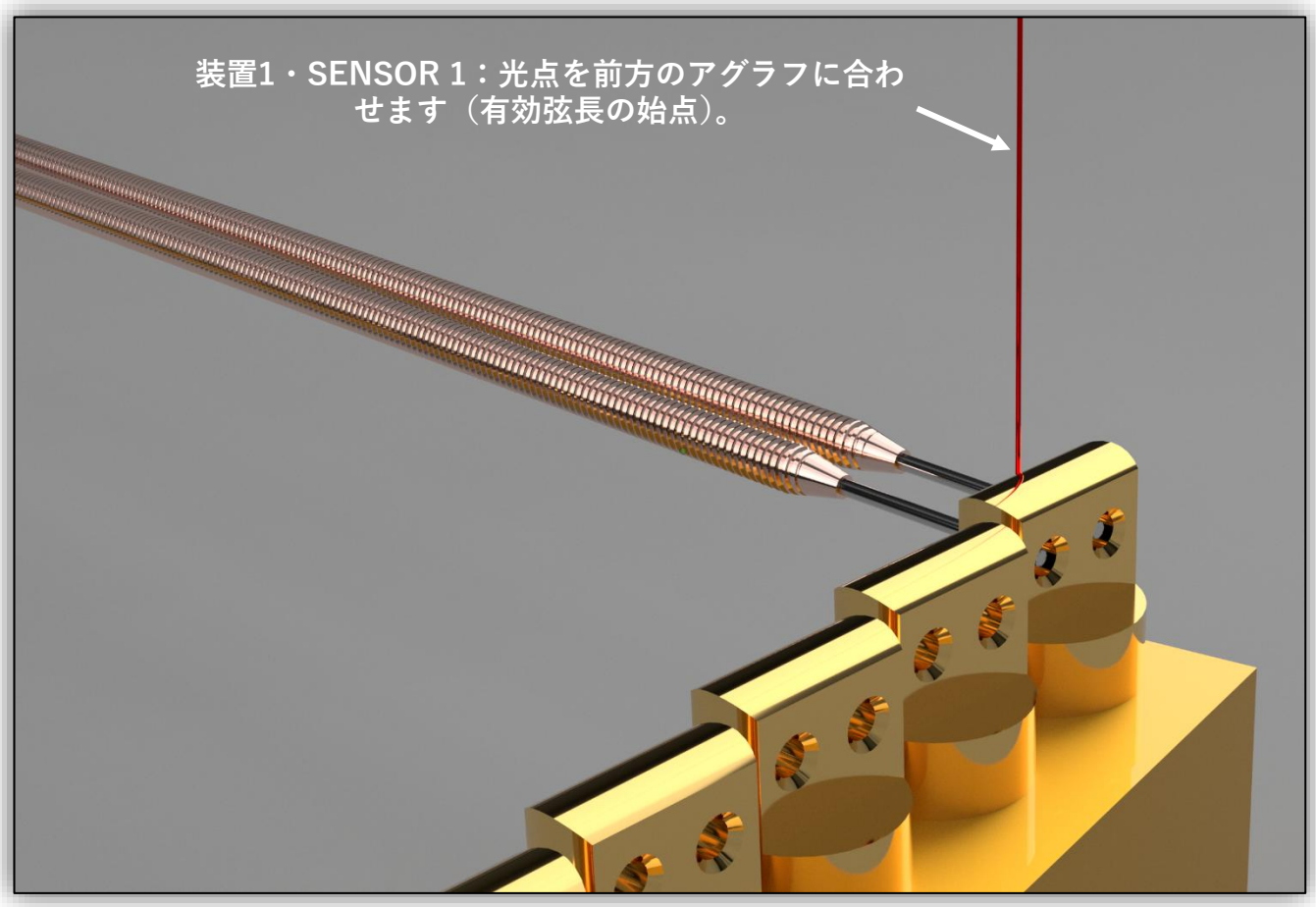
通常、両方の値が必要なのは巻線を製作する低音部です。移行部に巻線があれば中音部の低音側も含みます。巻線メーカーへの発注には、全弦長 B と、全弦長 B から有効弦長 S を引いた後部弦長 A が必要です。

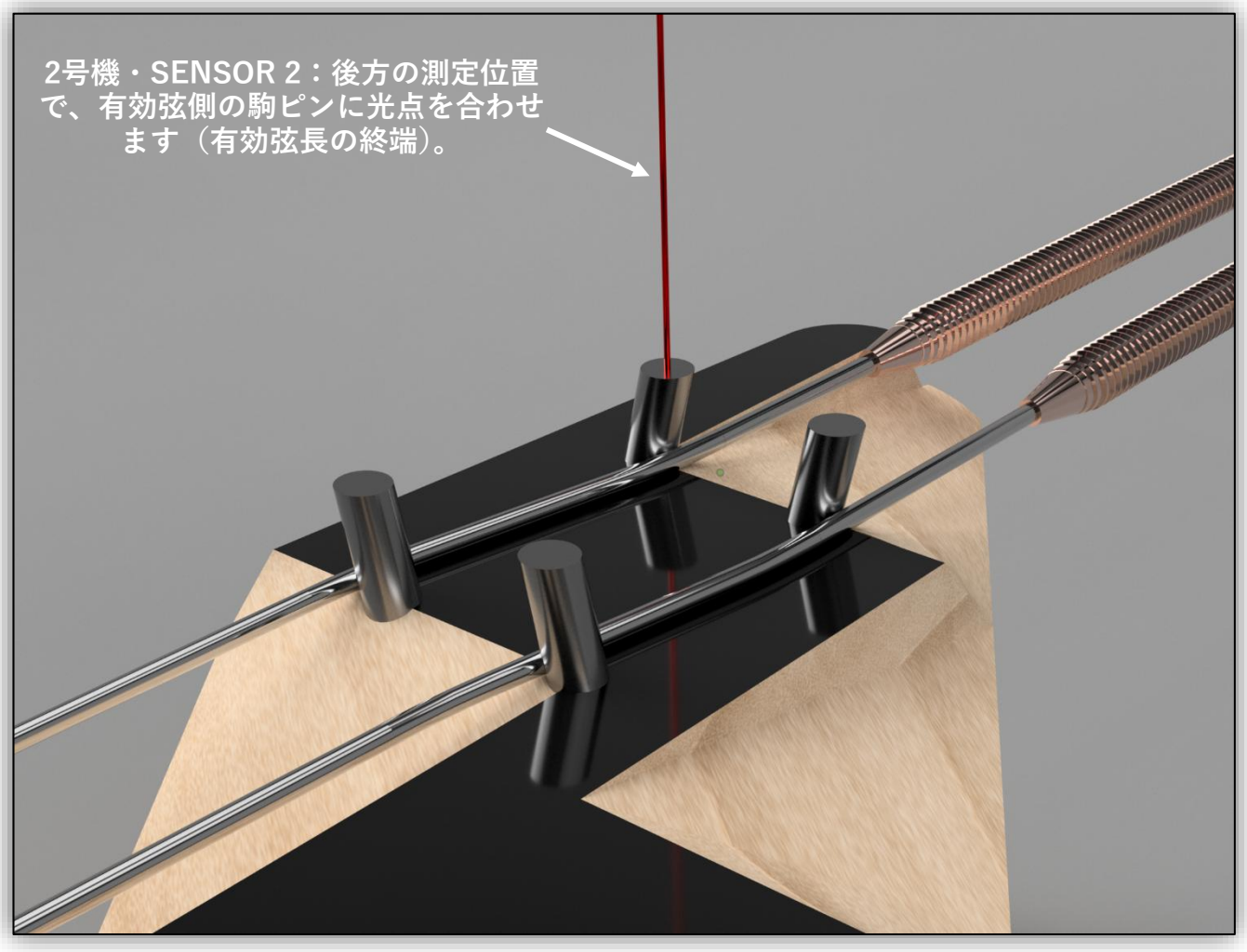
以降の章でも、これらの長さを統一して次の記号で表します。

- S = 有効弦長（アグラフ／カポバーから有効弦側駒ピンまで）
- B = 全弦長（アグラフ／カポバーからヒッチピンまで）
- A = 後部弦長（B − S）。

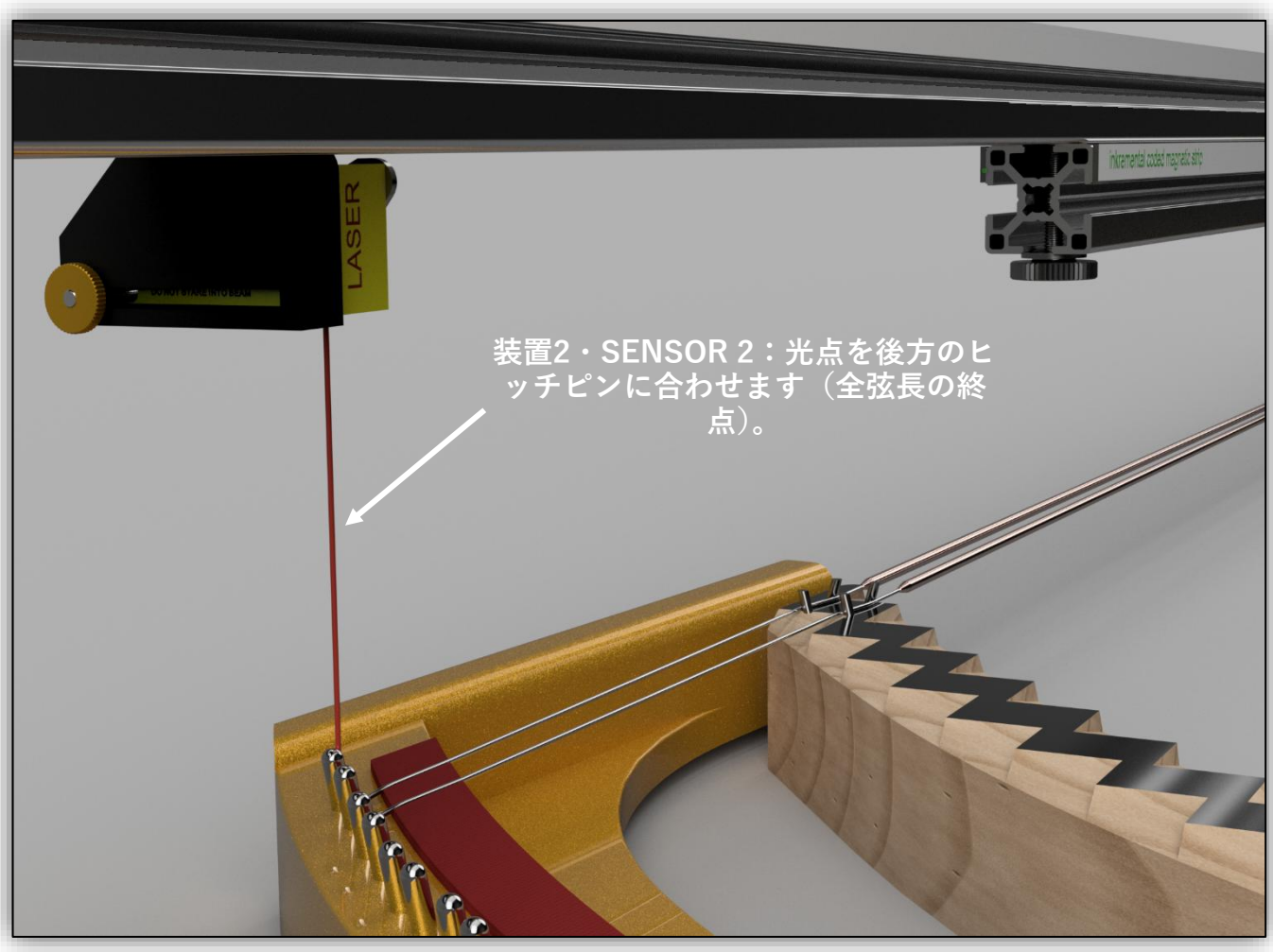
一方、裸線のみを用いる中音部および高音部では、弦スケールの解析と最適化の基準となる有効弦長 S のみを測定すれば十分です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen





Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

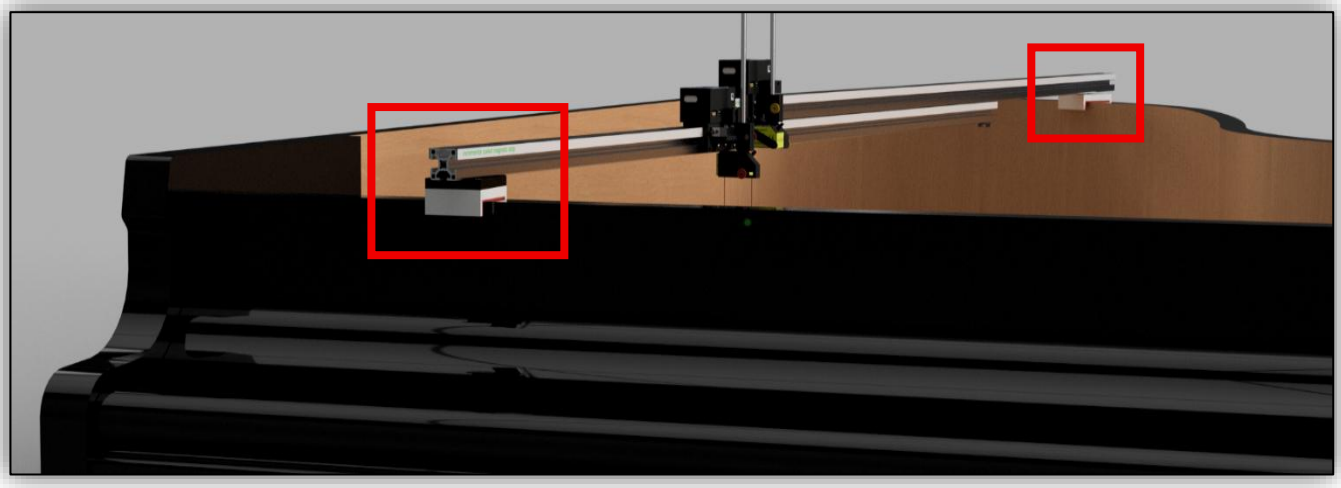


7.1 弦上へのガイドレール設置



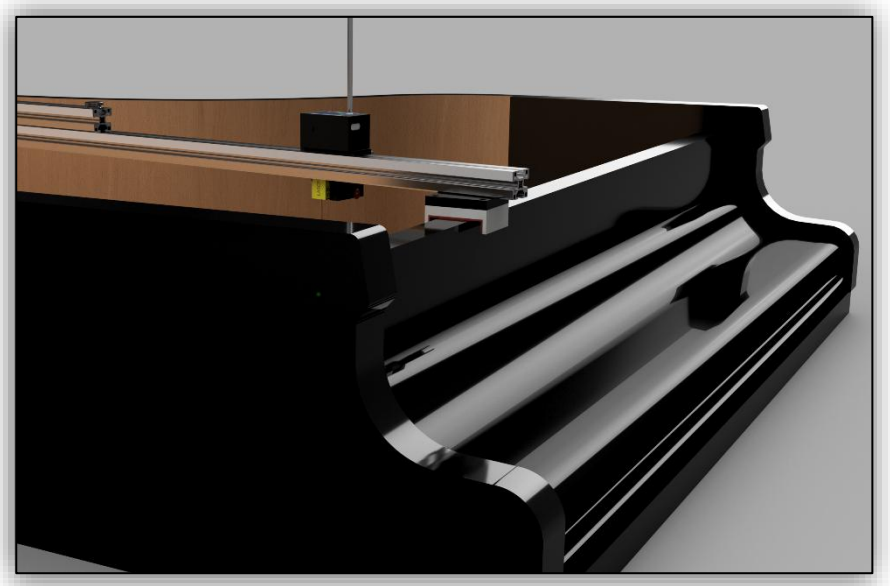
7.1.1 ケース上の滑りフェルトを使う方法（低音部の測定範囲に制限あり）

ガイドレールを前方は鍵盤押さえ、後方はグランドピアノのケース縁（リム）の上に載せて設置します。この際、底面に柔らかいフェルトを貼った専用のスライドプレート（滑りフェルト付き台座）の上に載せるため、塗装面を傷めずにケース上を安全に滑らせることができます。スライドプレートはモジュール構造になっており、中間スペーサーを差し込むこ

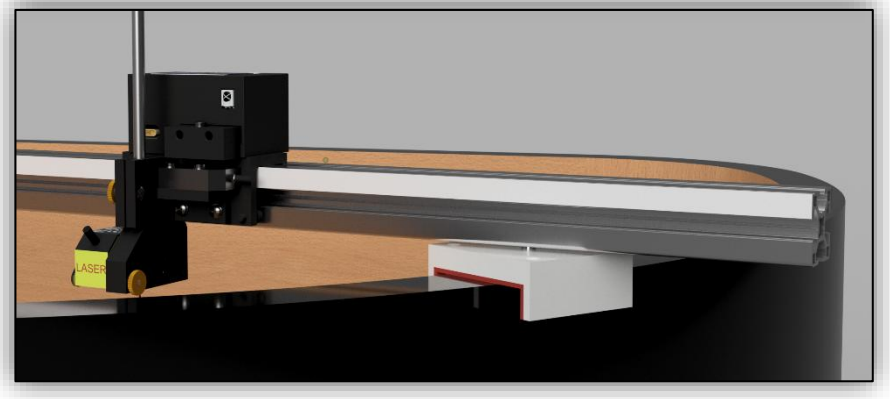


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

とでケースに対するガイドレールの高さを精密に調整できます。各プレートの上面にあるガイドピンがガイドレール下面の溝にはまり、横ずれを防ぎながら弦から弦へと軽快に移動できます。



レーザースポットを測定点へ合わせる操作は、ガイドレール上で装置を滑らせる方法と、ガイドレールごと動かす方法のどちらでも行えます。通常、グランドピアノの大屋根を取り外す必要はありません。
あるいは、後方リムと前方鍵盤押さえの上に柔らかい布を敷き、その上にガイドレールを直接載せて使用することもできます。



センサーの測定範囲と担当領域：

駒圧測定を行う場合は、前方のアグラフまたは弦、後方の駒上面および鉄骨フレームのヒッチピン側支持部にレーザーを合わせた状態で、両方のレーザー変位センサーが有効測定範囲内に収まっていることを必ず確認してください。
SENSOR 1 の画面表示は −15 mm から +15 mm までです。測定範囲の幅は 30 mm です。
SENSOR 2 の画面表示は −35 mm から +35 mm までです。測定範囲の幅は 70 mm です。

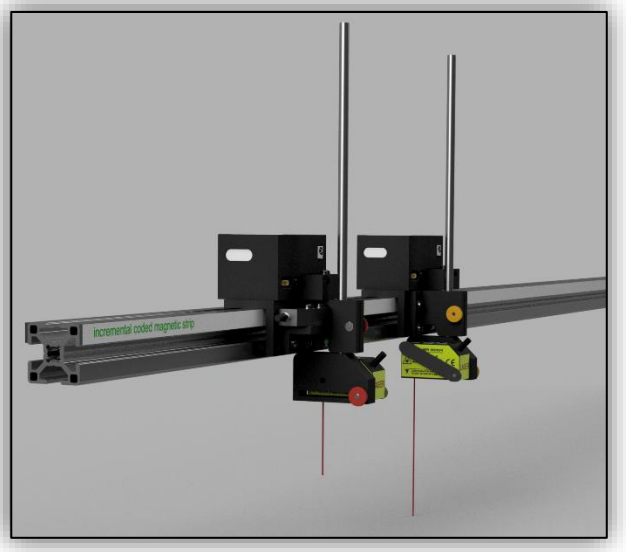
- -15 mm（-35 mm）＝最大距離（最も遠く、ぎりぎり測定可能な限界）
- +15 mm（+35 mm）＝最小距離（最も近く、ぎりぎり測定可能な限界）

測定対象が有効測定範囲外にある場合、または三角測量用の反射レーザー光が障害物によって遮られた場合は、表示器に「---」と表示されます。

「scale design」では、1号機（SENSOR 1）を前方の弦支点側（アグラフ／カポバー）、2号機（SENSOR 2）を後方側（駒／ヒッチピン）に割り当てます。前方の鍵盤押さえは後方のリムより低いためアグラフやカポバーはガイドレールに近く、測定範囲の短い SENSOR 1 が適しています。これに対し駒や特にヒッチピン側は距離が遠くなるため、測定範囲の広い SENSOR 2 が必要となります。

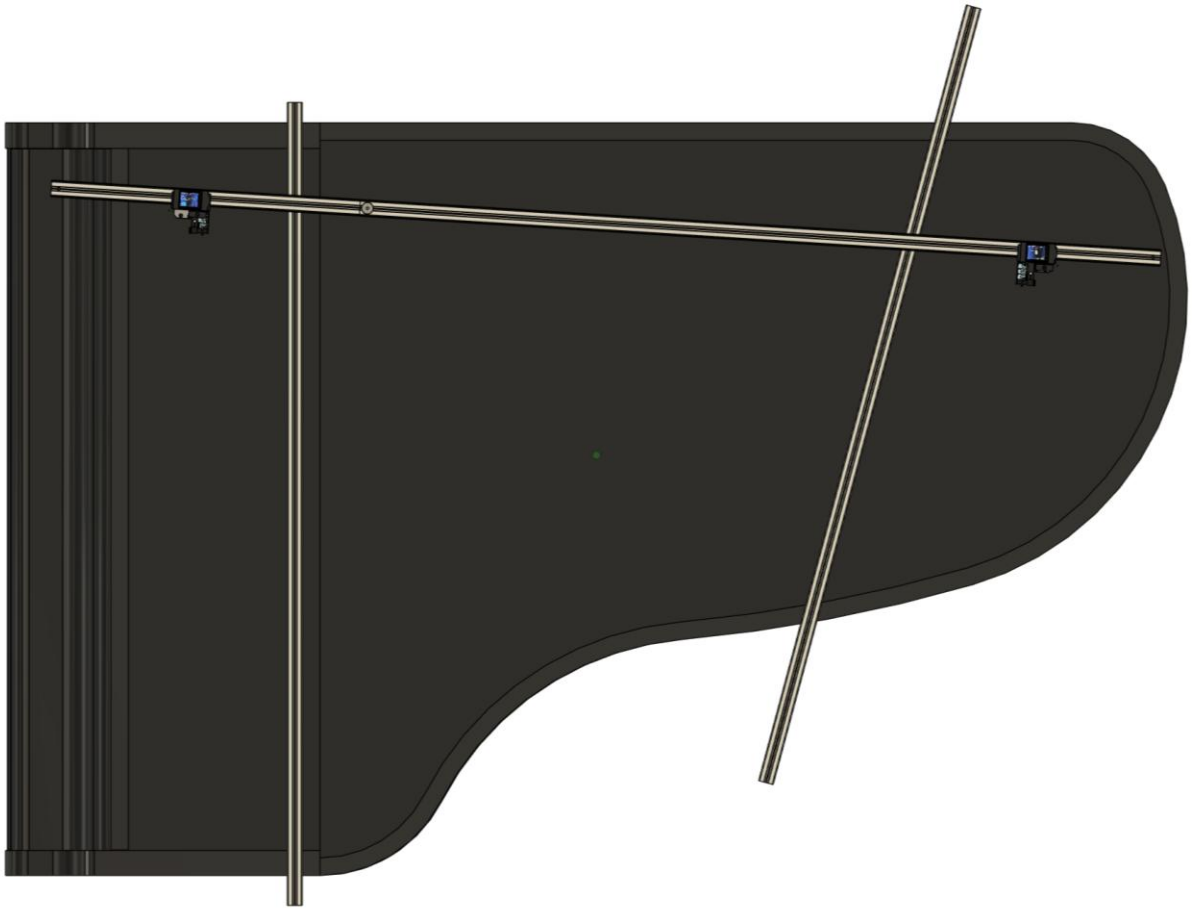
アップライトピアノおよび小型グランドピアノではガイドレール1本で対応可能：

アップライトピアノや小型グランドピアノでは、通常1本のガイドレールだけで最長弦まで測定できるため、2台の装置を同じ1本のレールに並べて載せます。非常に長い低音弦を持つ大型グランドピアノやコンサートグランドピアノの場合にのみ2本のガイドレールを連結し、通常1号機を下側レール、2号機を上側レールに配置します。

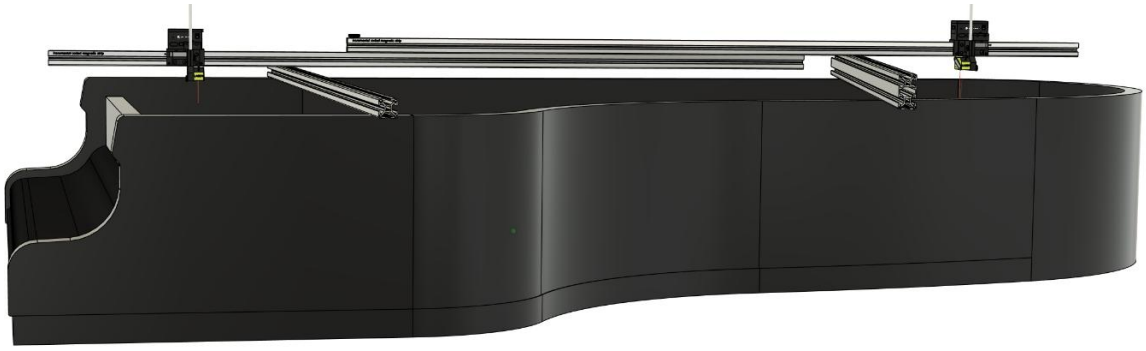


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.1.2 横レールを使う方法（多くの測定に推奨）



この方法では、長いガイドレールを鍵盤押さえや後方リムに直接載せるのではなく、2本の横レールの上に架け渡して支持します。
長いグランドピアノでガイドレールを大きく伸ばして両端で支持すると、レールが支持点の間でたわみ、算出される駒圧が 0.1 mm の数倍ほど過大になることがあります。また、レールが側板リムに当たり、最初の低音のアグラフにセンサーが届かない機種があります。後方のヒッチピンがリムのすぐ近くにある場合も、リムに載せたレールが測定点への移動を妨げることがあります。



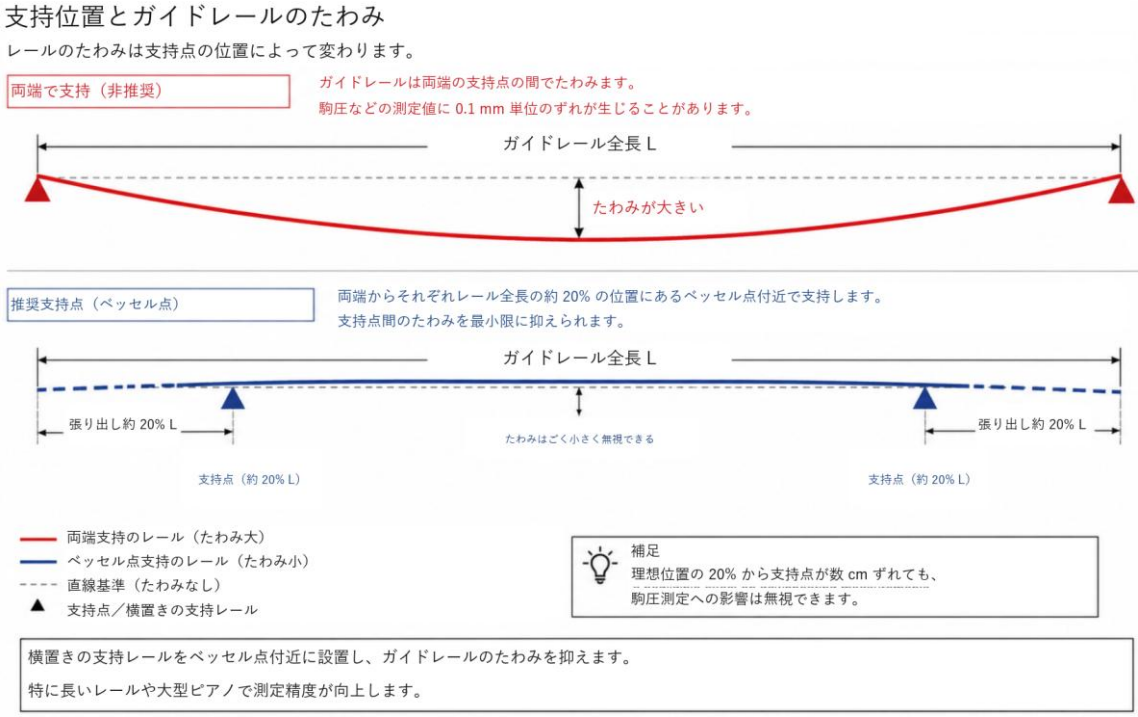


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

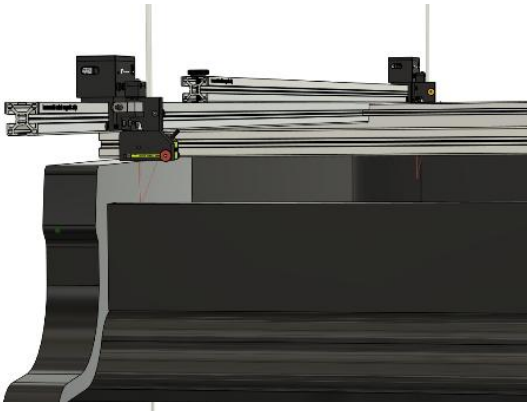
ベッセル点支持の物理的背景

均一な断面を持つレールを両端ではなく「ベッセル点」付近で支持すると、測定精度に影響するたわみを劇的に低減できます。ベッセル点は、レールの両端からそれぞれ全長の約5分の1（約 20%）内側の位置にあります。

支持位置が理想点から数センチメートルずれても問題なく、駒圧測定結果への影響は実用上無視できる範囲に収まります。



そのため直接支持の代わりに、2本のアルミフレーム（システムプロファイル）を横レールとしてグランドピアノの上に架け渡します。長さ約 1600 mm がほとんどのグランドピアノ機種で実用的です。横レールは高く安定した支持面となり、その上でガイドレールを測定対象弦の方向へ自由に合わせることができます。



必ずしもアルミフレームである必要はなく、荷重で目立つたわみが生じない十分にまっすぐで剛性の高い板材や角材などでも代用可能です。ただし、市販のアルミシステムプロファイルは安価な規格品で世界中で入手しやすく、寸法安定性に優れ保護材も貼りやすいため推奨されます。

前側の横レールには通常 30 × 30 mm、後側には 60 × 30 mm の断面の型材を使います。後側の支持面を高くするのは、連結した2本のガイドレールのうち、下側より 30 mm 高い上側のレールをそこで支えるためです。

ピアノケースの塗装面を保護するため、横レールの下面に両面テープなどでカシミアクロス（フェルト）を貼るか、接地部分にフェルト片・ゴムシート・シリコンシート・薄手のスポンジなど柔らかい保護材を敷いてください。



2本の横レールの上でガイドレールがわずかにがたつく場合は、4か所の接地部のいずれかに保護マットを2枚以上重ねるなどして厚みを微調整し、ガイドレールが遊びなく安定して載るようにします。

前側の横レールは図のようにグランドピアノ前方のリムに横向きに架け渡します。多くの場合、大屋根を完全に外す必要はありません。必要に応じて突上棒に補助具をかませ、大屋根を少し広めに開けて作業します。

2本目の横レールはグランドピアノ後方に配置し、低音駒全体やヒッチピン周辺を含めて測定対象セクションすべてにセンサーが届く位置に調整します。

ガイドレールが両側の横レールからそれぞれ全長の約5分の1ほど張り出すように配置すると、ベッセル点付近での支持となりたわみが最小化されます（数センチメートルのずれは実用上問題ありません）。

横レールを使用するとガイドレールが弦面からかなり高い位置にくるため、測定面は通常レーザー変位センサーの標準高さ測定範囲より下へ外れます。

巻線発注用の低音弦測定など、弦長測定のみを行う場合はリニアエンコーダーの位置値しか使わないため、まったく問題ありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

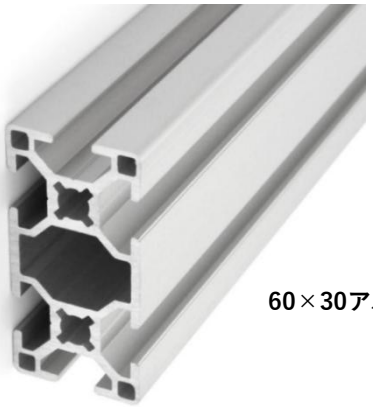
あわせて駒圧も算出したい場合は、測定用シリンダーを使用して高さ測定を行います。測定用シリンダーが弦や支持面とレーザー変位センサーの間の余分な距離を補うため、高い横レール構成のまま精密な4点式駒圧測定を実施できます（詳細は「4点式駒圧測定」を参照）。

実作業の要点まとめ

- レールのたわみが影響するのは駒圧測定時のみであり、弦長測定のみの場合は影響しません。
- 問題となるのは、大型グランドピアノでガイドレールを長く伸ばし目立つたわみが出る場合のみです。
- たわみを最小にするには、両端から全長の約 20%（1/5）内側の位置で支持します。
- 小型グランドピアノでは、鍵盤押さえと後方リムへの直接支持で十分な場合が多くあります。
- 横レールが有効なケース：
    - o – ガイドレールのたわみが大きい場合
    - o – 最低音部のアグラフやヒッチピン周辺の測定点に届きにくい場合
    - o – より自由度の高い位置合わせが必要な場合
- 推奨プロファイル：
    - o – 前側：30 × 30 mm、長さ 1600 mm（下側ガイドレールの受け）
    - o – 後側：60 × 30 mm、長さ 1600 mm（上側ガイドレールの受け）
- まっすぐで十分に剛性の高い板材や角材などでも代用可能です。
- ケースとの接触面はすべてフェルト・ゴム・シリコン・スポンジなどで保護してください。
- ガイドレールががたつく場合は、4か所の接地部のいずれかをわずかに厚く敷いて調整します。
- 横レール構成で駒圧を測定する場合は、ガイドレールが高くなるぶんセンサー範囲外になりやすいため、測定用シリンダーを使用します。

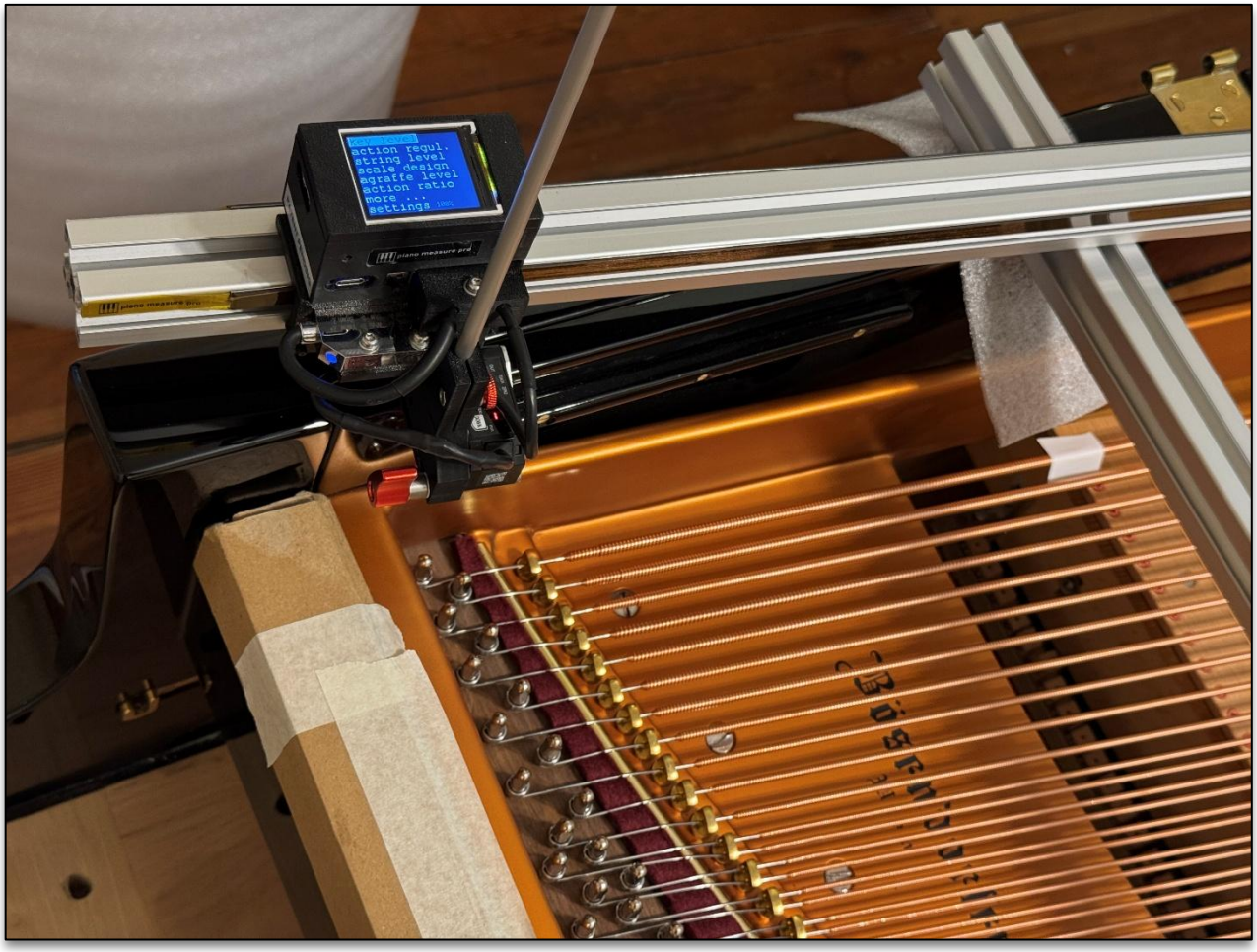
30×30アルミ型材





60×30アルミ型材

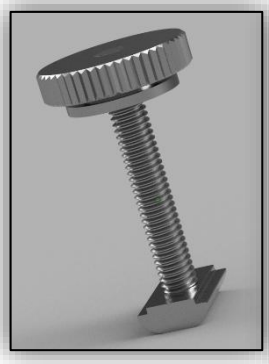
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

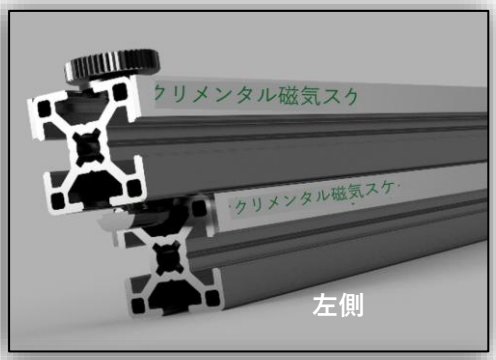


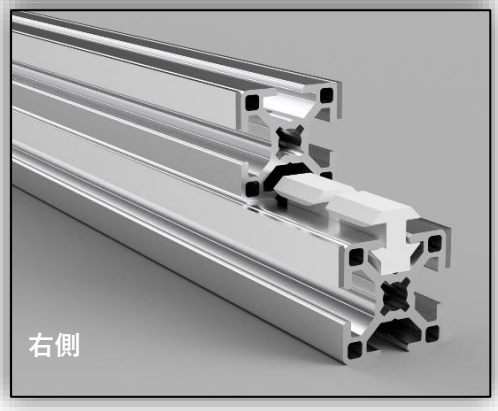


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.1.3 2本のガイドレールの連結







大型コンサートグランドピアノの非常に長い弦を測定する場合、ガイドレール1本では長さが不足するため、2本を連結して1本の一体型レールとして使用します。

まず、key level、action regul.、string level で使用する支持部付きの短いレールを下側のガイドレールから外します。次に、2本目のガイドレールを1本目の上にスライドさせて重ねます。

- 左側：長いローレットねじ付きのTナットが下側レールの溝にかみ合います。
- 右側：上部の溝へ圧入固定された2個のTナットが上側レール下部の溝にかみ合います。

これにより2本のレールをがたつきなくスライドさせ、グランドピアノのサイズに応じた全長へ伸縮できます。最後に左側のローレットねじをしっかり締めて両レールを固定します。

7.2 機能の呼び出し

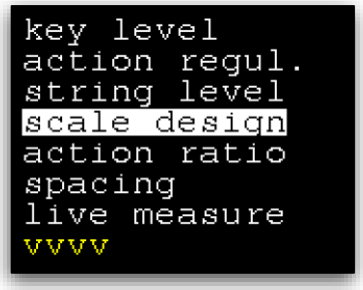
2台の装置それぞれのメインメニューで「scale design」を選択します。両機はあらかじめガイドレール上の所定の開始位置に並べて載せておくことができます。赤外線リモコンは2台同時に反応する場合があるため、必要に応じて1台ずつ個別に選択操作を行ってください。

起動すると、どちらをマスター機（MASTER）、どちらをクライアント機（CLIENT）とするかの選択画面が表示されます。

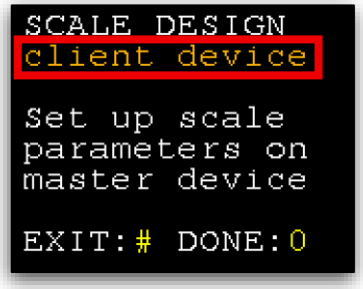
- マスター機側で OK を押します。音域や弦構成の設定、対象音・弦の選択、および測定値の確定保存はすべてマスター機で行います。記録済みの測定値は PLAY 画面で呼び出せます。
- もう一方の装置で * を押し、クライアント機（CLIENT）を選択します。クライアント機は自身の位置とセンサー高さ値を送信するほか、前端支点側でマスター機から算出された打弦点（SP）を表示し、その位置へ誘導する機能も備えています。

通常は、駒およびヒッチピン側に配置する2号機（SENSOR 2）をマスター機、前方のアグラフまたはカポバー側に配置する1号機（SENSOR 1）をクライアント機として運用します。弦長測定時は前方スポットを前端支点に保持し、打弦点を探す際にクライアント機を弦に沿って移動させます。

クライアント機の画面には、先にマスター機でセットアップ設定を完了するよう案内が表示されます。マスター機側の設定が終わったら、クライアント機で数字キー 0 を押して次へ進みます。





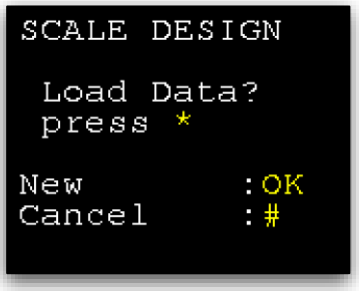


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

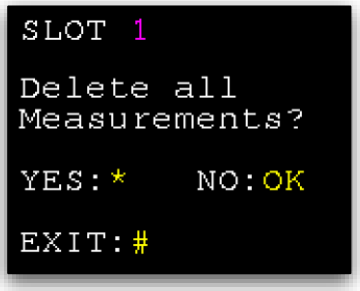
7.2.1 データセットの読み込み（マスター機）

マスター機で新しいピアノを測定する場合は「New: OK」を選び、スロット一覧から 1〜9 で空きスロット（FREE）を選択します（使用中スロット USED を選んだ場合は内容を確認してから上書きを確定してください）。既存データを呼び出す場合は「Load Data?」で * を押して使用中スロットを選び、「Delete all Measurements?」で「NO: OK」を押して既存測定値を保持します。

画面右上の番号が現在のスロット番号です。既存スロットの読み込み時に「Delete all Measurements?」で「YES: *」を選ぶと、楽器のセットアップ構成だけを残して測定値をすべて消去します。削除を実行する前に、表示されているスロット番号を必ず確認してください。

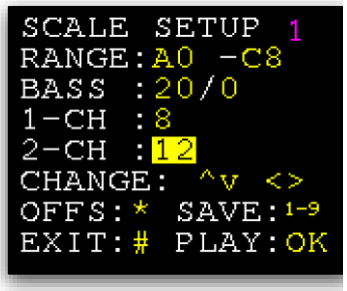






7.2.2 セットアップ（マスター機）

セットアップ画面で弦スケールの基本項目を設定します。



右上のマゼンタ色のアスタリスクは、データセットが保存スロット（1〜9）に未保存であることを示します。保存済みのデータセットを読み込んだ場合は、そのスロット番号が表示されます。各項目の選択と変更には赤外線リモコンの方向キーを使います。

まず楽器の音域（RANGE）を設定します。

- 標準88鍵：A0〜C8
- 音域の狭いピアノ：実際の最低音と最高音を設定
- ベーゼンドルファー・インペリアル：C0〜C8

「BASS」は巻線（低音弦）の配分を設定します。スラッシュの前の数字が低音駒上の巻線音数、後ろの数字が長駒上に張られた追加の巻線（移行巻線）音数であり、その合計が巻線全体の音数になります。

スタインウェイ B型の場合、設定は「BASS: 20/0」となります。

- 低音駒上の巻線音数：20音
- 長駒上の追加巻線音数：0音

巻線の各音は1本弦・2本弦・3本弦のいずれかになります。

- 「1-CH」欄に1本弦の音数を入力
- 「2-CH」欄に2本弦の音数を入力
- 3本弦の巻線音数は、巻線総音数から（1-CH + 2-CH）を差し引いた値として自動算出されます。

図の例の構成：

- 低音巻線 20音（A0〜E2）
- 1本弦 8音（A0〜E1）
- 2本弦 12音（F1〜E2）
- 3本弦巻線 0音（F2 から長駒の裸線開始）

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen



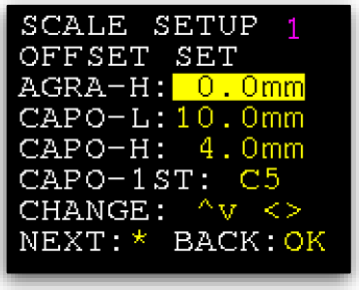
* を押すとアグラフおよびカポバー用のオフセット設定画面が開きます。セットアップから保存するには数字キー 1〜9 のいずれかを押します（最初の1回でスロット一覧が開き、その一覧画面で改めて保存先番号を選択します）。

測定中に電池切れなどで中断しても、それまでに記録した値は選択中のスロットに保存されているため、再起動後に再読み込みして続きの測定位置から再開できます。

- # キー：セットアップ画面を終了してメインメニューへ戻ります。
- OK キー：設定を確定してセットアップ画面を閉じ、PLAY 画面へ進みます（「PLAY画面：記録済み測定値の呼び出し（マスター機）」を参照）。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.2.3 セットアップ：オフセット（マスター機）



セットアップ画面で * キーを押すとオフセット設定画面（SET OFFSET）が開き、特定の測定値に加算する補正値（オフセット）を設定できます。

操作は赤外線リモコンで行います。

AGRA-H、CAPO-L、CAPO-H は、↑/↓で 1 mm、←/→で 0.1 mm ずつ変更します。CAPO-1ST ではカポバーの最初の音を設定します。←/→で半音ずつ、↑/↓で1オクターブずつ移動します。

* キー：次の項目へ移動

OK キー：メインのセットアップ画面へ戻る

設定可能なパラメーターは以下のとおりです。

AGRA-H：駒圧の算出に重要なパラメーターです。張弦前など、弦の前端でアグラフ上面を直接測定する場合、測定面は実際の弦高さとわずかに異なります。そのため、弦通し穴の位置から測定するアグラフ上面までの高低差をここに入力します。1号機で測定した高さからこのオフセットが自動補正され、アグラフ上で測定しても実際の弦高さに換算されます。

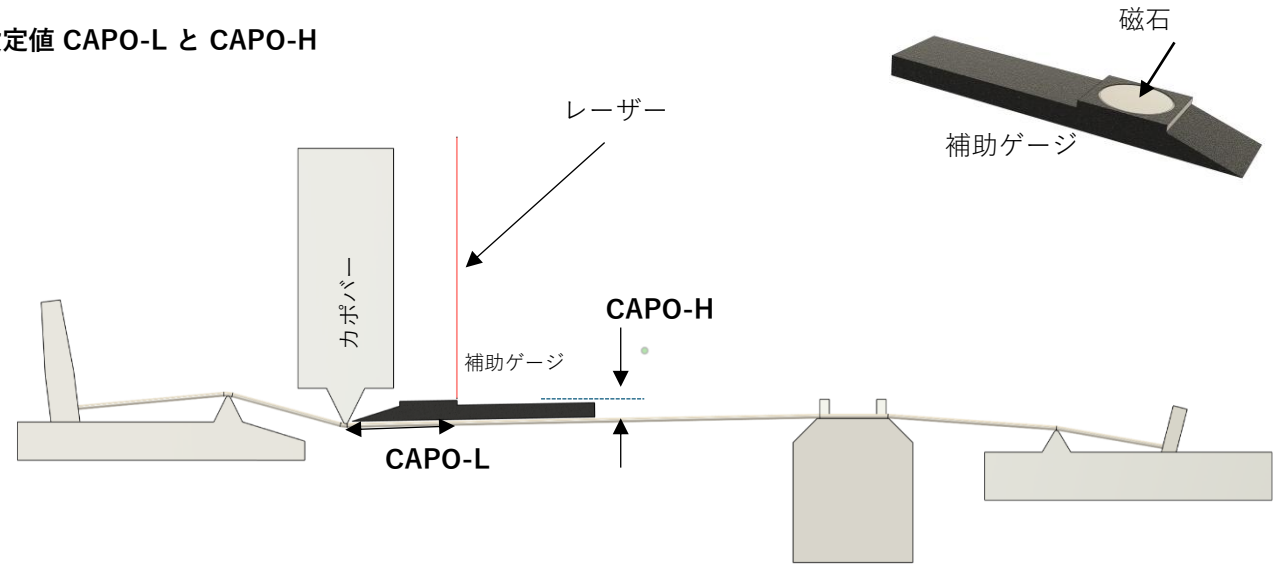
CAPO-L：弦長の算出に重要なパラメーターです。アグラフ（アップライトピアノではベアリング／弦枕）ではなくカポバーで弦前端を支える領域では、カポバー自体が真上からのレーザー光を遮るため直接測定できません。そこで補助ゲージをカポバー手前の弦上に載せてカポバーの弦押さえ縁に突き当て、補助ゲージ上の基準点にレーザーを当てます。突き当て先端からレーザー測定点までの距離を「CAPO-L」に入力します。

重要：このオフセットは実際にカポバーが弦を支える音域にのみ適用されます。どの音からカポバー領域が始まるかを「CAPO-1ST」で指定します。

CAPO-H：駒圧の算出に重要なパラメーターです。弦を直接測れず補助ゲージを介して高さを測定する場合、補助ゲージの厚さを高さ補正値としてここに入力します。

CAPO-1ST：グランドピアノでカポバー領域が始まる最初の音を設定します。この音以降で CAPO-L および CAPO-H のオフセットが自動適用されます。

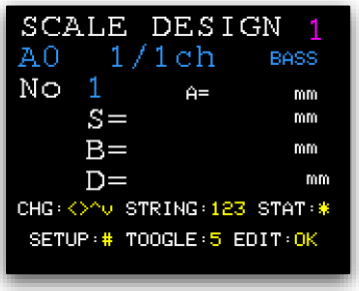
設定値 CAPO-L と CAPO-H



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.2.4 PLAY画面：記録済み測定値の呼び出し（マスター機）

セットアップ画面を確定して抜けると PLAY 画面に移ります。ここでは、すでに記録されている測定値を呼び出して確認できます。



各音について、現在選択中の弦の測定値（記録済みの場合）が表示されます。

- S = 有効弦長
- B = 全弦長
- D = 駒圧
- A は後部弦長（B − S）です。SP に切り替えると、有効弦長 S から算出した打弦点までの距離が表示されます。

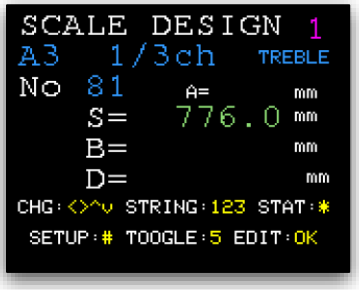
PLAY 画面で 5（TOGGLE）を押すたびに、A と SP の表示が切り替わり、駒圧と駒の傾きの表示も順に切り替わります。D には次の単位があります。

- D（mm）
- D（%）
- D（度）
- T（mm）
- T（%）

続いて、駒の傾き T が同じ3種類の単位で表示されます。測定モードでは、5 の動作は選択中の行によって異なります。S または B の行では A と SP、D の行では D と T の6種類の表示を切り替えます。

1枚目の図ではまだ測定値が保存されていないため空欄ですが、記録済みの測定値は2枚目以降のように緑色で表示されます。

操作・移動方法



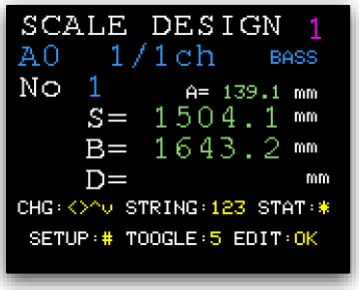
- 左右キー：前の音／次の音へ移動
- 上下キー：1オクターブ単位でジャンプ（例：C1 → C2）
- 数字キー 1〜3：同音弦内の弦番号（第1弦〜第3弦）を選択（次の音へ移動しても、その音に該当本数がある限り選択が維持されます）

単一の弦の範囲内では、1本の弦のみが表示されます。2本の弦の範囲内では、1本目または2本目の弦を選択できます。3本の弦の範囲内では、1番から3番までの弦を選択できます。

実務では、巻線製作のために低音部のすべての弦を測定するのが一般的です。中・高音部では弦スケール解析・最適化に有効弦長 S が主眼となるため、通常は1音につき1本だけ測定すれば十分です。

画面表示の見方

- 1行目：右端に現在のスロット番号（マゼンタ色）。
- 2行目：左端に音名（例：A0、C4）、その横に弦構成（例：「2/3ch」は3本弦のうち第2弦を選択中）、右端に音域表示（BASS または TREBLE。カポバー領域では「TREBLE <CAPO>」）。
- 3行目は弦の通し番号です。その横に後部弦長 A または打弦点 SP が表示されます。A には B と S、SP には S の測定値が必要です。
- その下：有効弦長 S と全弦長 B（mm）、最下段の測定行には選択中の D または T の記号と単位で値が表示されます。



画面遷移操作

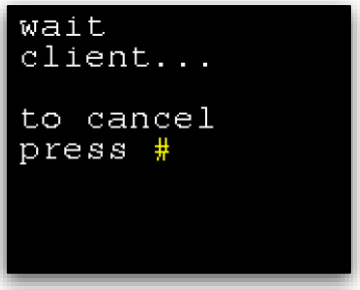
PLAY 画面で #（SETUP）を押すと、セットアップ画面に戻ります。そこで # を押すと機能を終了します。保存の確認が表示された場合は、終了する前に選択してください。

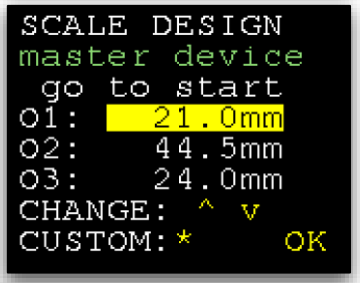
OK を押すと PLAY 画面を閉じ、測定モード（EDIT）に切り替わります。

2台の装置がまだ接続・校正されていない場合は、先に校正画面が自動で開きます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.2.5 機器の接続（開始位置）





マスター機

初回起動時など2台がまだ接続・校正されていない状態では、PLAY 画面で OK（EDIT）を押すと自動的にペアリング画面へ移行します。

「wait client...」と表示されているときは、クライアント機が接続待機状態になっていません。クライアント機側でペアリングを開始するまで待機します（後述「クライアント機」を参照）。この画面はいつでも # キーで中止できます。

クライアント機が接続を開始すると、マスター機独自のWi-Fiアクセスポイントへ自動接続されるため、外部ネットワークは不要です。接続が確立すると、マスター機に開始位置オフセットの選択画面が表示されます。

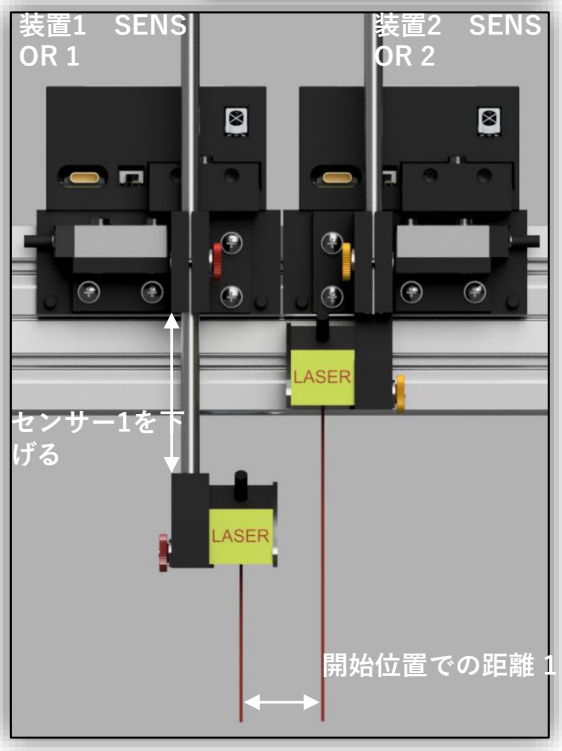
代表的な3種類の開始位置を選択できます。

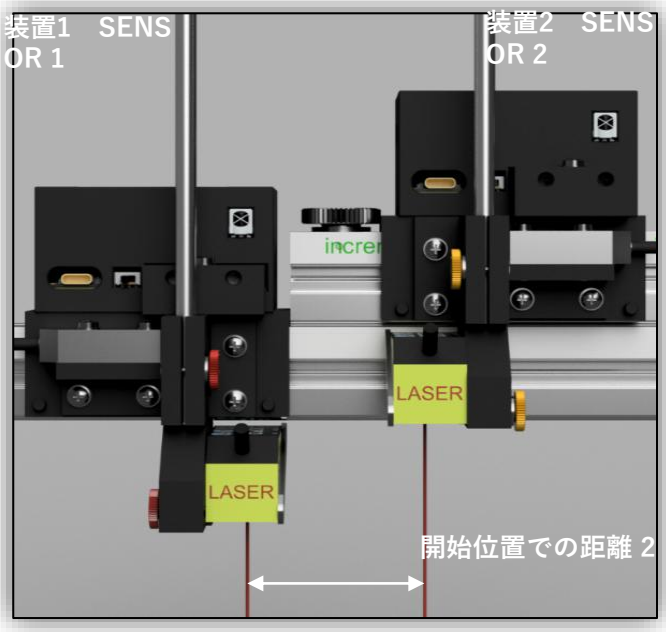
1. 2台を同じ1本のガイドレール上に並べて配置（アップライトピアノ、小型グランドピアノ、または高音部全般）。1号機のセンサーアームを下げた状態（マスター機で OFFSET H1 を設定。後述）。
2. 連結した2本のガイドレールで、1号機を下側レール、2号機を上側レールに配置（低音部・中音部の非常に長い弦用）。
3. 開始位置 1 と同様に1本のレール上に並べるが、センサーアームを下げない配置（レーザーによる高さ測定を使わない弦長測定専用・駒圧算出なし）。

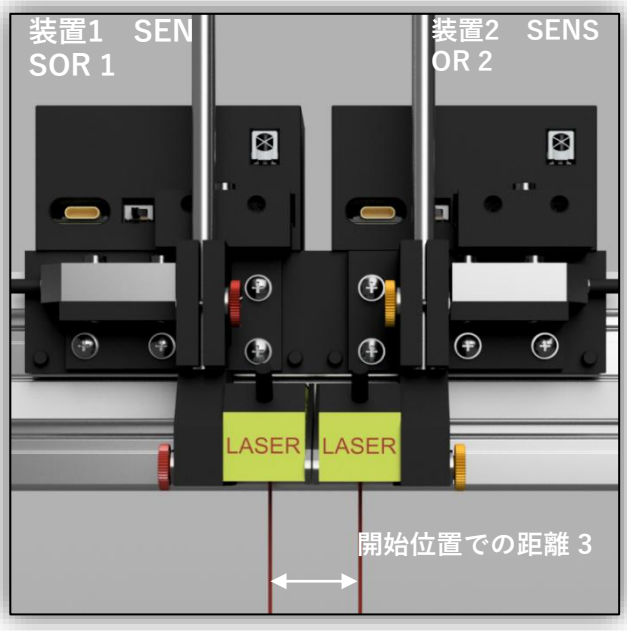
登録されているオフセット値は各開始位置における2つのレーザースポット間の距離であり、弦長計算に自動加算されます。上下キーで使用する開始位置番号を選択してください。

駒圧の算出には両レーザー変位センサーの高さ測定値も必要です。2台を同じ1本のガイドレールに載せる場合は、SENSOR 1 が有効測定範囲に収まるようセンサーアームを下げて使用します。

測定の途中でもいつでもこの校正メニューへ戻って別の開始位置オフセットへ切り替えられます。例えば、低音部・中音部の長い弦を連結レールで測定した後、高音部の測定で両機を同じ1本のレール上に並べ直す場合などに便利です。







Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

クライアント機

マスター機のセットアップを終えて PLAY 画面から OK を押し、マスター画面に「wait client...」が表示されたら、クライアント機で数字キー 0 を押します。続いて開始位置へ移動するよう案内が表示されます（すでに配置済みであればそのままでかまいません）。
両機を正確な開始位置に突き当てたら、両機それぞれで OK を押して確定します。マスター機で選択したオフセットが適用され、2台とも測定モードへ移行します。



接続トラブル時の対処

2台間が接続できない場合やリアルタイム表示が滑らかでない場合は、マスター機のアクセスポイント（Soft-AP）のWi-Fiチャンネルを変更してください。両機を再起動し、マスター機の起動画面で数字キー 1 を押して周辺ネットワークと干渉しにくい別チャンネルを選択します（「電源の投入」の章を参照）。



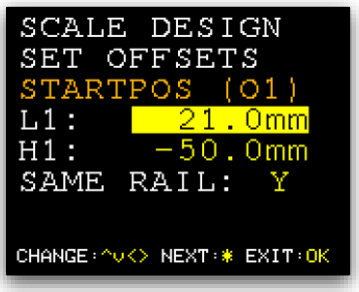
7.3 開始位置オフセットの設定

メインメニューで「settings」を開き、方向キーで「offsets」を選んで OK を押します。ここでは各開始位置のオフセット値をミリメートル（mm）単位で設定します。
重要：実際に適用されるのは常にマスター機側に設定されたオフセット値です。クライアント機側のオフセット設定は使用されません。



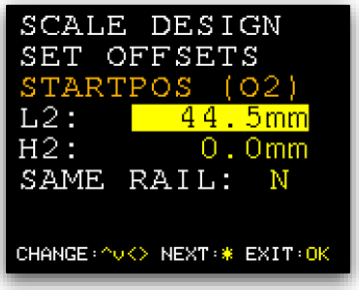
開始位置 1：2台を同じガイドレール上に配置（SENSOR 1 を下げた状態）

offsets メニューでまず機器間・レール間の基本差を確認し、*（NEXT）で「START POS (01)」へ進みます。L1 はレーザースポット間の水平距離、H1 は追加の高さ補正値です。同一レール上の配置なので「SAME RAIL」は「Y」にします。
L1 は開始位置 1 での両レーザースポット間隔を巻尺などで実測して設定します。出荷時設定は標準構成に合わせてありますが、センサーや部品を交換した場合は再確認してください。
図の例では SENSOR 1 を 50 mm 下げているため、H1 を -50.0 mm と設定します。これにより両センサーの高さ測定値が同一基準面へ統一されます（構成は次頁の「センサーアームの下げ方」を参照）。



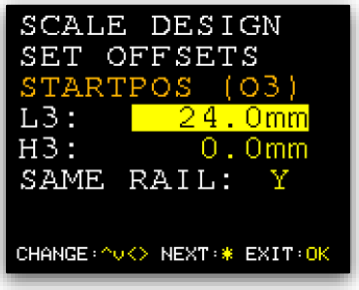
開始位置 2：連結した2本のガイドレール上に配置

* を押して O1 の項目を順に進み、STARTPOS (O2) に切り替えます。ガイドレールを2本連結している場合は、SAME RAIL を N に設定します。
この場合、センサーが異なるガイドレールに取り付けられているため、長さのずれ量L2がL1を上回り、それによって距離が相応に長くなる。
この配置では、PMPがレール段差「RAIL DIFF」(2号機マスターを 30 mm 高い上側レールに載せる標準構成では -30 mm）を自動考慮します。したがって H2 は 0.0 mm のままにしてください（H2 に -30 mm を重ねて入力すると同じ段差が二重に補正されてしまいます)。



開始位置 3：2台を同じガイドレール上に配置（下げなし）

* を押して STARTPOS (O3) に切り替えます。2台が同じレールに載っている場合は、SAME RAIL を Y に設定します。
この配置は弦長のみを測定する場合に適しています。レーザースポットが2つの測定点を示します。この例では、センサーの高さを変えなければ H3 は 0.0 mm です。



で前の項目に戻ります。O4 と O5 はほかの配置に使用できます。

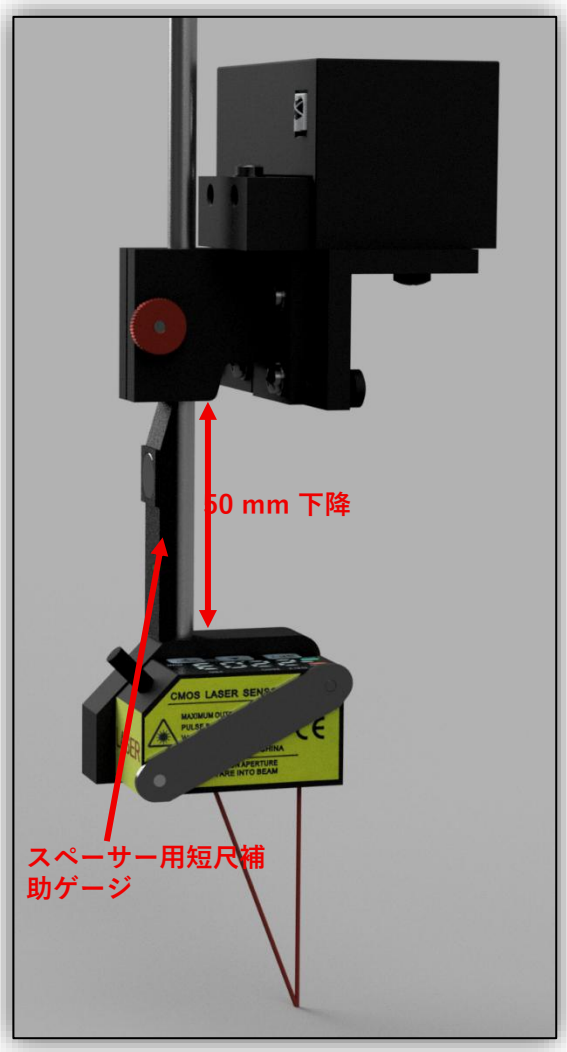
OK で終了します。保存の確認が表示されたら、変更した値を確定します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

センサーアームの下げ方（開始位置 1）：

開始位置 1 では、SENSOR 1 が有効測定範囲に届くようセンサーアームを 50 mm 下げます。下げずに使用するとセンサーが高すぎ、多くの場合で測定範囲外になります。

駒圧測定には両センサーの正確な高さ関係が不可欠です。下げ量を正確に 50 mm に合わせるには、全長がちょうど 50 mm の短い補助ゲージを使用します。図のようにホルダーとセンサー本体の間にスペーサーとして挟み込み、ローレットねじで固定します。



カポバー領域の弦測定用補助ゲージ：

CAPO-L と CAPO-H は楽器の構造に合わせて設定します。

カポバーの幅が広く、補助ゲージを奥まで差し込む必要がある場合は、大きい方のオフセット（この例では 22 mm）を設定します。

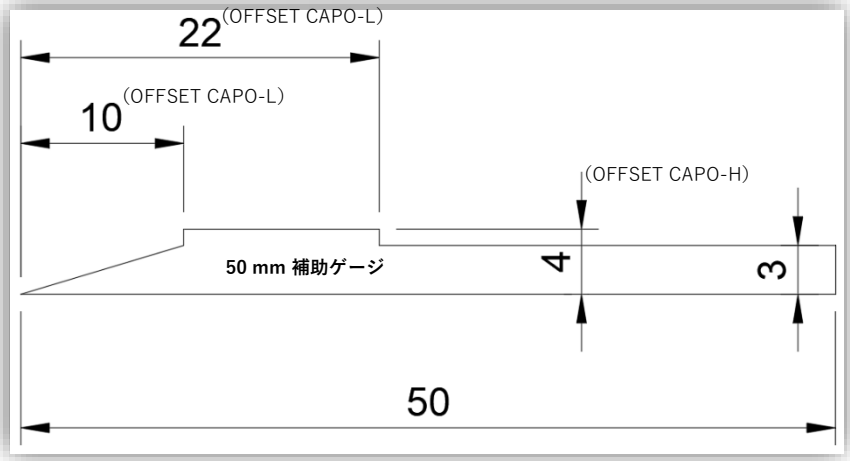
それ以外の場合は、小さい方のオフセット（この例では 10 mm）で十分です。

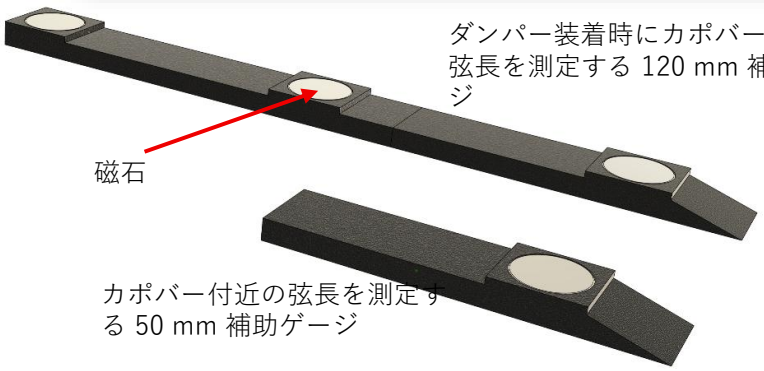
ダンパーを取り付けた状態では、ダンパー周辺に長さ 50 mm の補助ゲージを入れにくいため、長さ 120 mm の補助ゲージを使います。持ち上げたダンパーの下を通し、弦の前端支点となるベアリングまで差し込みます。続いてゲージの2つの測定点の一方にレーザースポットを合わせます。

設定したオフセットが測定値を補正し、正しい弦長が表示されます。

補助ゲージ上へのレーザースポット位置合わせのヒント：

弦長を測定する場合は、レーザースポットを 10 mm または 22 mm の位置の段差の縁に正確に合わせます。高さの表示が 1 mm 急に変わる位置が境目です。駒圧を測定する場合は、2回とも磁石の中央にスポットを合わせ、CAPO-H に 4 mm を設定します。駒圧の測定では、弦長測定時のように段差の縁に合わせる必要はありません。





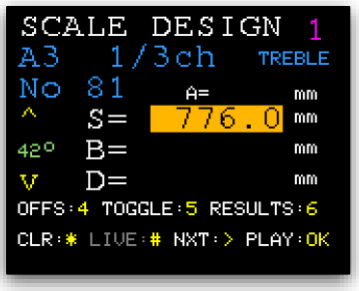
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.4 測定モード（測定値の記録）



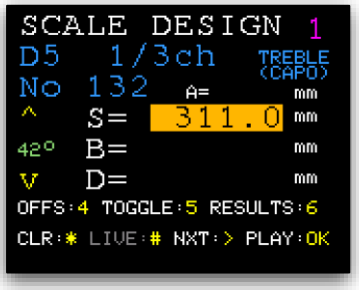
両機で開始位置を OK 確定すると、マスター機とクライアント機は測定モードへ移行します。測定モードでは、PLAY モードの緑色とは異なり、測定値がオレンジ色で表示されます。
ガイドレール上で装置を動かすと、2台間の距離がリアルタイムに画面表示されます。測定対象の弦の始点と終点に両レーザースポットを正確に合わせ、マスター機側で現在値を確定すると、選択中のスロットのデータセットへ永続保存されます。

7.4.1 マスター機



画面構成は PLAY モードとほぼ同じですが（「PLAY画面：記録済み測定値の呼び出し（マスター機）」を参照）、測定値がオレンジ色で表示されます。一連の測定操作はすべてマスター機から制御します。

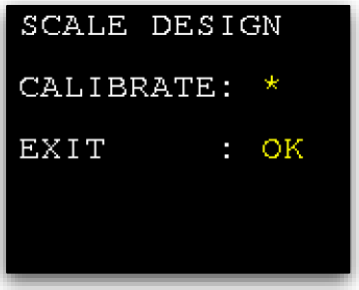
画面表示の内容



- 1行目（右端）：現在の保存スロット番号（マゼンタ色）。
- 2行目：音名、選択弦／全弦本数（例：1/3ch＝3本弦の第1弦）、および音域表示（BASS または TREBLE。カポバー領域では TREBLE <CAPO>）。
- 3行目には弦の通し番号と、後部弦長 A または打弦点 SP が表示されます。S または B を選択した状態で、5 を押して A と SP を切り替えます。
- それ以下の行：選択中の弦の各測定値
  - S = 有効弦長（アグラフから有効弦側駒ピンまで）
  - B = 全弦長（アグラフからヒッチピンまで）
  - D = 駒圧（「駒圧の測定」の項を参照）

操作キーとナビゲーション

- 左右キー：前の弦／次の弦（または音）へ移動（右キー NXT で現在値を確定して次へ進む）
- 上下キー：パラメーター S、B、D の切り替え
- 数字キー 1〜3：同じ音の弦番号（第1〜第3弦）を選択
- 数字キー 9：画面表示を 180° 回転
- アスタリスクキー *：現在選択中のパラメーター値を消去
- ・シャープキー #：LIVE のオン（白表示）／オフ（灰表示）切替。ウェブインターフェースで使う場合はブラウザーの SCALE 画面で「Start LIVE」をクリックするだけで、PMP側の LIVE スイッチがオフのままでも新規データを受信できます。従来の Excel ライブ転送を使う場合のみ、PMP側の LIVE をオンにして Excel 側で受信を開始します（詳細は「ウェブインターフェースのSCALEとLIVE転送」を参照）。
- OK キー：中間メニューを開き、次のいずれかを選択します。
  - 「EXIT: OK」で PLAY モードへ戻る：測定モードでは1音ずつの移動しかできませんが、PLAY モードでは上下キーで1オクターブ単位に素早く移動できます。大きく離れた音へ移る際は一度 PLAY モードへ戻って音を選んでから再び測定モードへ入ると効率的です。
  - 「CALIBRATE: *」で開始位置校正画面へ移る：低音部・中音部の長い弦を測り終え、高音部に向けて2台を同じ1本のレールへ載せ直す際など、開始位置オフセットを変更するときに使用します。



低音部および高音部での測定フローの特徴

低音域では、測定項目の記録順序に次の特徴があります。

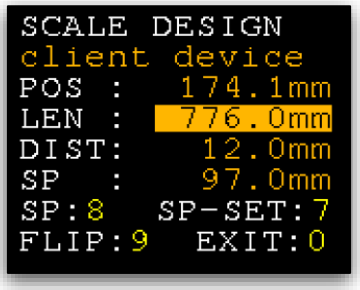
低音部（BASS）では効率的な自動遷移が組み込まれています。ある音の第1弦で有効弦長 S を測ったら、下キーで全弦長 B へ移って測定し、右キー（NEXT）で確定します。同じ音の第2弦・第3弦では、同音弦内の有効弦長は通常同一であるため第1弦の S 値が自動コピーされ、カーソルが直接 B へ進みます（必要に応じて上キーで S へ戻って再測定も可能です）。これにより、第1弦で駒ピン（S）→ ヒッチピン（B）→ 右キー → 第2弦ヒッチピン（B）の順で素早く進められます。2本弦の音では第2弦の B を確定すると自動で次の音の第1弦（S）へ移ります。

高音域においては、測定方法が異なります：

高音・中音部（TREBLE）では挙動が異なり、第1弦の有効弦長 S を測って右キー（NEXT）で確定すると、即座に次の音へ進みます。通常、裸線音域のスケール解析には各音1本分の有効弦長 S があれば十分であり、全弦長 B は不要なためです。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.4.2 クライアント機



クライアント機は自身のレール上位置、両レーザースポット間の距離、および自身のセンサー距離値を表示します。駒圧測定時以外は、マスター機で選択中の弦の打弦点（SP）を探す機能も利用できます。

画面表示の内容

- POSとは、クライアント機がガイドレール上において占める位置を指します。
- LENは、これら2台の機器上にあるレーザー光点間の現在の距離を表示しています。
- DISTはレーザーセンサーの測定値を表示しており、SPはマスター機から送られてくる弦打ち位置のデータです。

操作方法

- 数字キー 9：画面表示を 180° 回転
- 数字キー 0：約2秒間長押しでクライアントモードを終了

参考：ドイツ Hellerbass 社への巻線発注時の測定点合わせ方

Hellerbass 社へ巻線を発注するために低音弦を測定する場合は、同社仕様と寸法基準を一致させるため、以下の測定点に合わせてください。

ヒッチピン：

ヒッチピン：ヒッチピンのすぐ手前の鉄骨フレーム地肌にレーザースポットを合わせます。まず斜めに立っているヒッチピンの真上にスポットを当て、ゆっくり内側（駒側）へ動かすと、スポットがピンに沿って下り鉄骨面へ落ちます。落ちた直後のピン根元が正確な測定点です。

アグラフ：

アグラフ：前方アグラフの有効弦側の縁（エッジ）に正確に合わせます。まずアグラフ上面にスポットを当て、ゆっくり内側へ動かして縁から落ちる瞬間に止めます。この位置ではレーザースポットが2つに分かれて見える（一部がアグラフ上面、残りが手前側）ため、極めて高い再現性でエッジを特定できます。

有効弦側の駒ピン：

有効弦側駒ピン：同様に、まず駒ピンの真上にスポットを当て、ゆっくり縁へ動かしてスポットが2つに分かれて見える瞬間の位置に合わせます。
これらの測定点を一貫して守ることで、Hellerbass 社の巻線製作基準に完全に合致した寸法データが得られます。

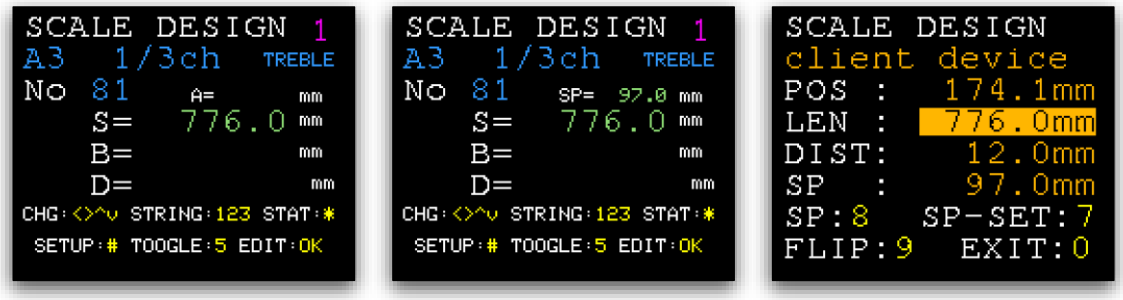
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

弦の打弦点（SP）を特定する

打弦点（Strike Point、SP）は、有効弦の前端支点からハンマーの理想打弦位置までの計算距離です。マスター機に保存されている選択弦の有効弦長 S から算出され、A4 までは S の8分の1（S / 8）、それより高い音域では音高に応じて比率が漸減します。

1. マスター機で対象音と弦を選択する

マスター機で A3 を選択し、PLAY 画面でキー 5 を押して SP 表示へ切り替えます（測定モードでは先に S または B 行を選んでからキー 5 を押します）。スタインウェイ B型の例では A3（第37音）の有効弦長が 776 mm なので、その8分の1である 97.0 mm が前端支点からの打弦点距離となります。



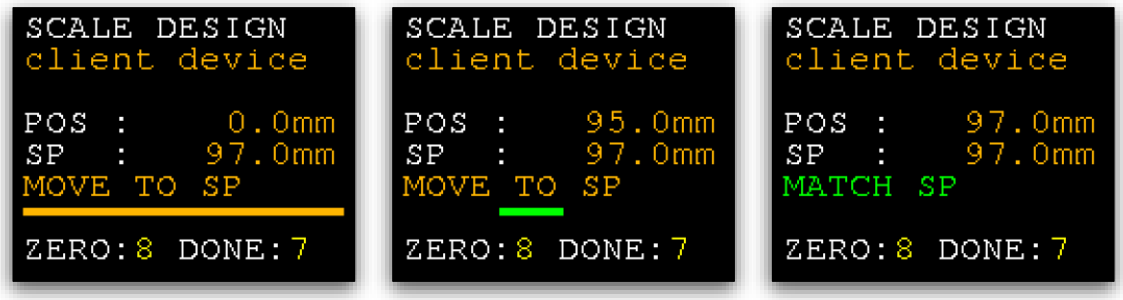
マスター機で A3 を SP 表示へ切り替える前後。右のクライアント機にも同じ目標距離 97.0 mm が表示されています。

2. クライアント機で前端支点をゼロ設定する

新しく有効弦長を測定・更新するとマスター機からクライアント機へ SP 値が送られます。マスター機側で音や弦を切り替えた場合は、クライアント機で数字キー 8（SP）を押して該当の SP 値を取得してください（S が未測定の場合は先に有効弦長を測ります。「SP:ERR」が出た場合は接続を確認して再取得してください）。
前方のレーザースポットをアグラフまたはカポバーの実際の有効弦始点に合わせ（補助マークを使う場合は始点とのオフセット差を考慮）、クライアント機で数字キー 7（SP-SET）を押します。この位置が検索用の原点（POS = 0.0 mm）になります。

3. 打弦点位置へ移動する

クライアント機を弦に沿ってマスター機側へ動かします。POS は移動距離、SP は目標距離を示します。目標の前後 ±5 mm ではバーを見ながら位置を微調整できます。MATCH SP が表示され、確認音が鳴った位置が算出された打弦点です。弦上のレーザースポットの位置に印を付けます。この印は、後でハンマーヘッドを接着する際に頂点の位置を決める基準になります。次回の STRING SCAN では、印を付けた打弦点にガイドレールを合わせ、打弦線上で弦を測定します。作業台での整調、STRING LEVEL、AGRAFFE LEVEL でも同じ測定線を再現できます。8 で現在位置をゼロに設定し直し、7（DONE）で通常の表示に戻ります。



左：前端支点でゼロ設定した状態。中央：95.0 mm（目標まで残り 2.0 mm）。右：97.0 mm で「MATCH SP」により打弦点一致を確認した状態。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.4.3 4点式駒圧測定

駒圧測定は4つの測定点を用いる方式へ拡張され、本来の駒圧 D に加えて、駒上面の傾き T（ブリッジチルト）も同時に算出できるようになりました。

従来の測定は主に前端点・駒1点・後端点の3点で駒圧を算出していましたが、新しい4点測定では手前側駒ピンと奥側駒ピンを個別に測定します。これにより、弦が駒上で奥へ向かって下がっているか上がっているかを装置が自動判別し、実際の弦の接地状況に即して正確に駒圧を算出します。



定義：

駒圧 D は駒で弦が折れ曲がる量を表し、mm、%、度で表示されます。前端の測定点（アグラフ、ベアリング、カポバー）の弦上面から駒上の有効な支持点まで仮想直線を引きます。通常は前側の有効弦側の駒ピンが支持点です。駒の上面が後方に向かって高くなり、前側の駒ピンで弦が浮いている場合は、後ろ側の駒ピンを支持点とします。PMP は測定した駒の傾き T（TILT）からこの状態を自動で判定します。

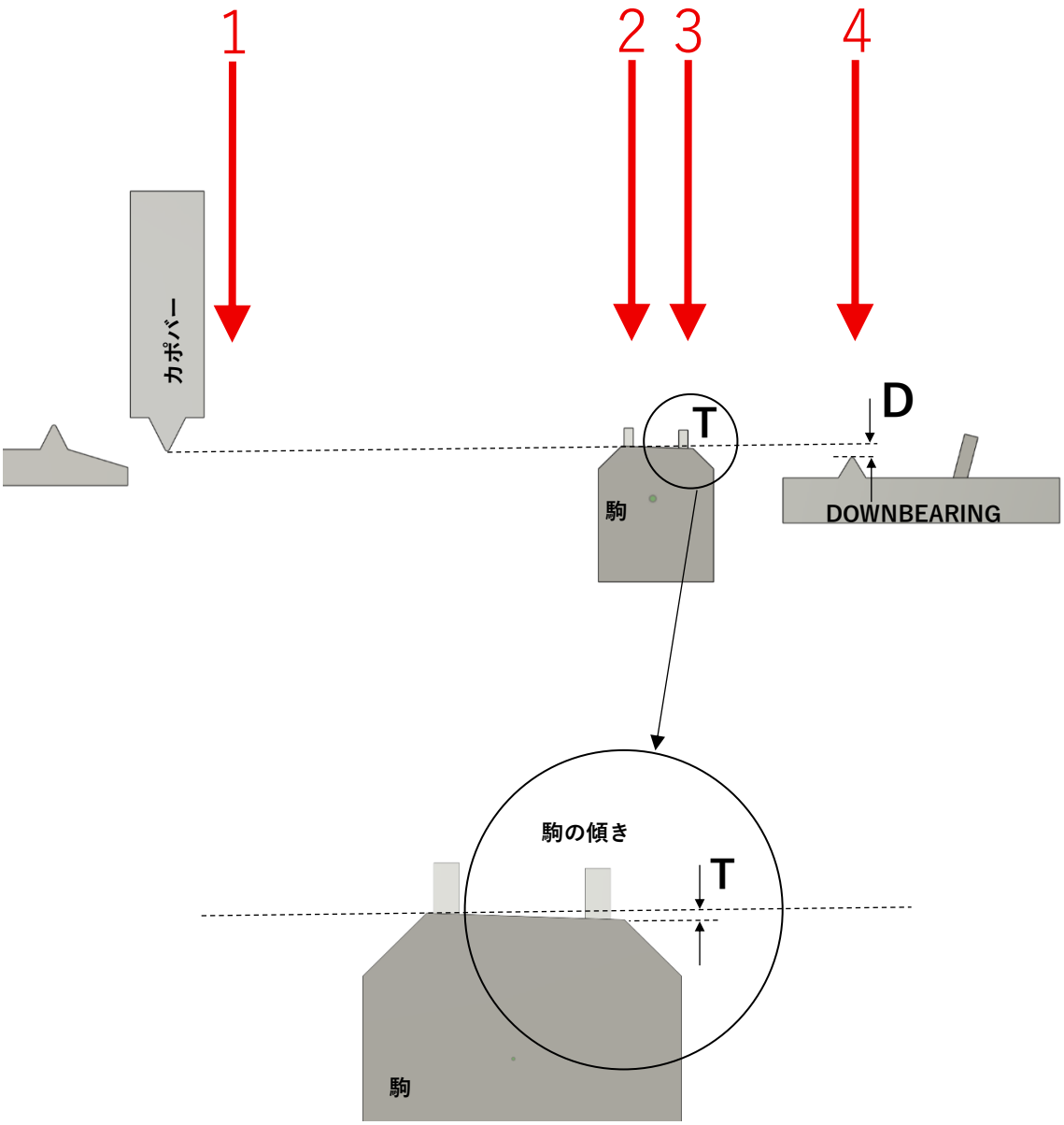
「D（mm)」は、前端から有効駒支点へ結んだ仮想直線を後端支持部（ヒッチピン側のフェルト、真鍮バー、デュープレックススケールなど）まで延長し、その延長線と実際の後端支持面との垂直距離として算出されます。これは従来の糸張り法でピンと張った糸と後端支持部の隙間（駒の持ち上がり量）をミリメートルで測る寸法と一致します。

D（%）と D（度）は、有効弦側の方向と後部弦支持部へ向かう弦の方向との間の折れ曲がりを、それぞれ勾配と角度で示します。計算には、駒での有効屈曲点から実際の後部弦支持部までの距離、前後の駒ピン、実測した駒の傾き T を用います。% と度は同じ角度の表し方で、D（mm）は有効な後部弦長にも依存します。PMP は4点の実測値から、実際の支持状態に応じて3つの値を求めます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

4つの測定点

1. **前端測定点：アグラフ、ベアリング（弦枕）、またはカポバー直前 — クライアント機（SENSOR 1）で測定。**
2. **手前側駒ピン：駒上の手前側（有効弦側）駒ピン位置 — マスター機（SENSOR 2）で測定。**
3. **奥側駒ピン：駒上の奥側駒ピン位置 — マスター機で測定。**
4. **後端支持部：弦が後端側で実際に接地する支持部（機種によりフェルト帯、真鍮バー、デュープレックススケールなど） — マスター機で測定。**



4つの測定点の概念図：前端測定点（1）と有効駒ピンを結ぶ仮想基準線を後端支持部（4）まで延長し、後端支持面との垂直距離が駒圧 D となります。測定点（2）と（3）から駒の傾き T が算出されます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

測定手順

測定モードで上下キーを使ってパラメーター D を選択します。すでに測定値が入っている場合は、新しく測る前にアスタリスクキー（*）で消去します。

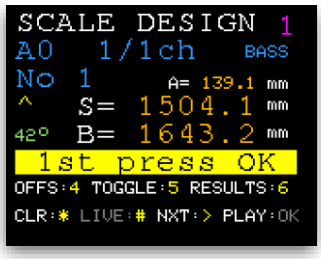
パラメーター D が選択されている間は「PLAY: OK」が灰色になり、OK キーは通常の中間メニューではなく駒圧測定点の記録専用として機能します。

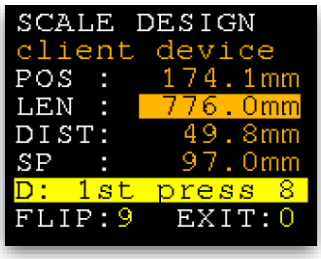
駒圧測定を開始すると最初に1回だけ「ADD OFFSETS」画面が表示されます（「センサーの下げ方と測定用シリンダー」を参照）。第1点の測定待機中（「1st press OK」表示中）であれば、後からいつでも数字キー 4 で再表示できます。続いて次の4ステップで測定します。

測定点	画面表示（交互点滅）	測定値の取得操作
1　前端の測定点	「1st press OK」/「client front」（クライアント機：「D: 1st press 8」）	クライアント機で 8 を押すと、値がマスター機へ自動転送されます。マスター機の OK でも取得できます。
2　前側の駒ピン	「2nd press OK」/「at bridge pin1」	マスター機の OK
3　後ろ側の駒ピン	「3rd press OK」/「at bridge pin2」	マスター機の OK
4　ヒッチピン側の弦支持部	「4th press OK」/「at hitch point」	マスター機の OK

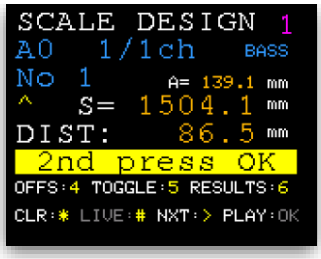
測定用シリンダーを使用する場合は、シリンダーを正確な測定点に垂直に立て、上面の中央にレーザースポットを合わせます（「測定用シリンダー」を参照）。第4点を確定すると、装置が駒圧 D と駒の傾き T を自動算出し、現在のデータセットへ保存します。従来どおり D が負の値のときは逆駒圧（マイナス駒圧）を意味します。

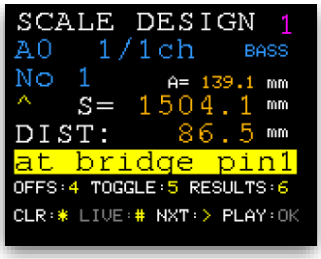
測定中の表示：マスター機では各ステップに応じて上表の案内表示が交互に点滅します。



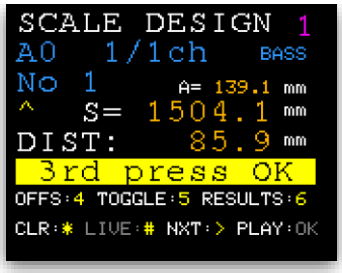


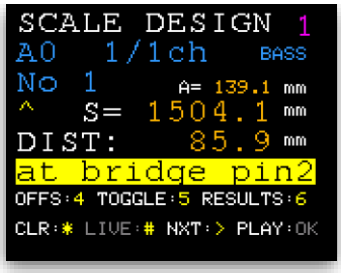
第1測定点（前端測定点）：マスター機に「1st press OK」が表示。クライアント機のキー 8（「D: 1st press 8」）またはマスター機の OK で記録します。





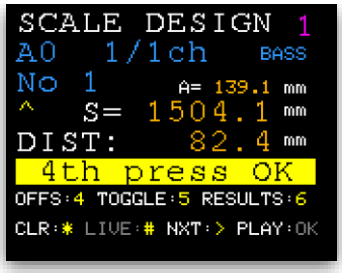
第2測定点（手前側駒ピン）：「2nd press OK」／「at bridge pin1」— マスター機の OK で記録します。

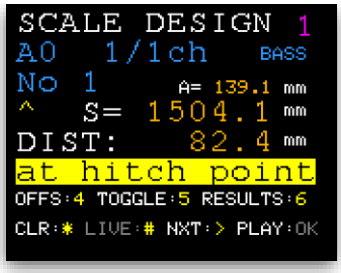




第3測定点（奥側駒ピン）：「3rd press OK」／「at bridge pin2」— マスター機の OK で記録します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen





第4測定点（後端支持部）：「4th press OK」／「at hitch point」— マスター機の OK で記録します。

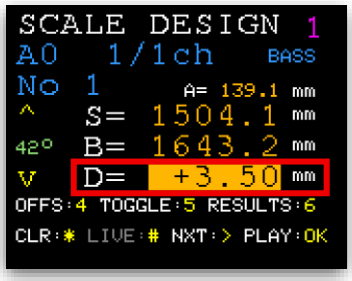
駒圧 D と駒の傾き T（TILT）

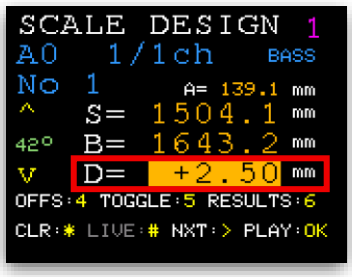
駒圧 D は、前端測定点と駒上の有効支点を結んで後端まで延長した仮想基準線に対して、実際の後端支持面がどれだけ下にあるかを示します。右側の3つの画面は4点測定による D の算出例です。

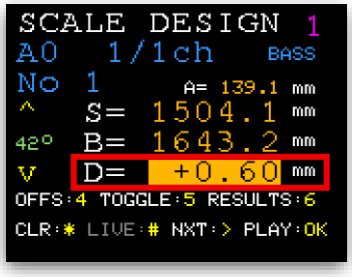
駒の傾き T（TILT）は、測定された有効弦の方向を基準とした手前側駒ピンと奥側駒ピンの高低差です。PMPは T の符号から、D の算出に用いる有効支点（折れ点）を自動判定します。

- T ≥ 0 の場合、弦は駒から後ろへ下がります。D の計算では前側の駒ピンを有効な折れ点に使います。
- T < 0：駒上面が奥に向かって上がっており、手前側駒ピンで弦が浮いた状態。奥側駒ピンが有効支点になります。

これにより、常に手前側駒ピンと決め打ちするのではなく、実測された駒の傾きに応じた正確な駒圧算出が行われます。







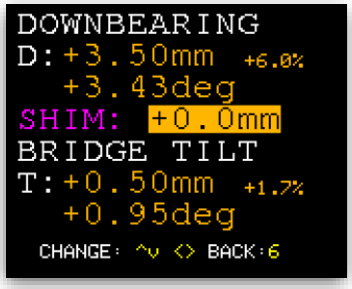
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.4.4 結果表示とSHIMシミュレーション

4点測定が完了すると算出された駒圧 D が表示されます。数字キー 5（TOGGLE）を押すと、表示が次の6形式で循環切替されます。

表示形式	意味
D（mm）	D（mm）｜垂直距離で表した駒圧（従来の糸張り法による持ち上がり量に相当）
D（%）	D（%）｜勾配（%）で表した駒圧
D（度）	駒圧を角度（° ）で表示。
T（mm）	T（mm）｜高低差（mm）で表した駒の傾き（ブリッジチルト）
T（%）	T（%）｜勾配（%）で表した駒の傾き
T（度）	角度（deg）で表した駒の傾き

数字キー 6（RESULTS）を押すと、主要データを一画面にまとめて確認できる詳細結果画面が開きます。



詳細結果画面（RESULTS）：DOWNBEARING に D（mm・%・度）、BRIDGE TILT に T（mm・%・度）が同時表示されます。SHIM 欄でシム厚のシミュレーションができ、方向キーで変更、キー 6（BACK）で元の画面へ戻ります。

DOWNBEARING（駒圧）

算出された駒圧 D が mm、%、度の3単位で同時に表示されます。

SHIM（シム厚シミュレーション）

後端支持部へ入れるシム（敷き材）の効果をシミュレーションできます。方向キーで仮定厚みを変更します。

- 上キー：+1.0 mm ／ 下キー：-1.0 mm
- 右キー：+0.1 mm ／ 左キー：-0.1 mm

本体は次の式で即時再計算します：有効駒圧 = 実測駒圧 - SHIM。すなわち正の SHIM 値（シム追加で後端支持面を上げる）は駒圧を小さくし、負の SHIM 値（後端支持面を下げる）は駒圧を大きくします。目標駒圧を得るために必要なシム厚をその場で確認できます。

駒の傾き

駒の傾き T も mm、%、度で表示します。SHIM は後部弦支持部の高さを変えた場合の有効な駒圧 D を試算する機能なので、実測した T は変わりません。

6番キー（戻る（BACK）キー）を押して結果画面を終了します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

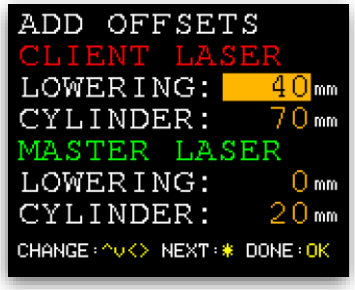
7.4.5 センサーの下げ方と測定用シリンダー

駒圧測定を初めて開始すると、自動的に「ADD OFFSETS」画面が開きます。センサーアームを下げた場合や測定用シリンダーを使用した場合の追加高さ補正値を入力するための画面です。測定モードでは、いつでも数字キー 4 で再度開けます。
この画面では次の4つの値（mm）を設定します。

項目	意味
CLIENT LASER / LOWERING	クライアント機のセンサーアームを下げた量
CLIENT LASER / CYLINDER	クライアント機の測定用シリンダー長
MASTER LASER / LOWERING	マスター機のセンサーアームを下げた量
MASTER LASER / CYLINDER	マスター機側で使用する測定用シリンダーの長さ

操作方法

- *** キー：次の項目へ移動**
- **上下キー：10 mm 単位で変更。**
- **左右キー：1 mm 単位で変更。**
- **OK キー：設定を保存して画面を閉じる**



ADD OFFSETS の赤はクライアント機、緑はマスター機です。LOWERING はアームを下げた量、CYLINDER はシリンダー長です。CHANGE の上下キーは 10 mm 刻み、左右キーは 1 mm 刻みです。NEXT（）で次の項目へ進み、DONE（OK）で終了します。*

基本原則（ゴールデンルール）
重要なのは「両機間の差」だけです。クライアント機とマスター機、あるいは4つの測定点すべてで共通している高さは計算上相殺されるため入力不要です。両機で異なる追加高さを設けた場合にのみ入力します。

上図の例では、クライアント機はセンサーアームを 40 mm 下げ、長さ 70 mm のシリンダーを使用しました。マスター機はアームの降下量が 0 mm で、長さ 20 mm のシリンダーを使用しました。この4つの値をそのまま入力すると、高さが自動補正されます。

代表的なケース

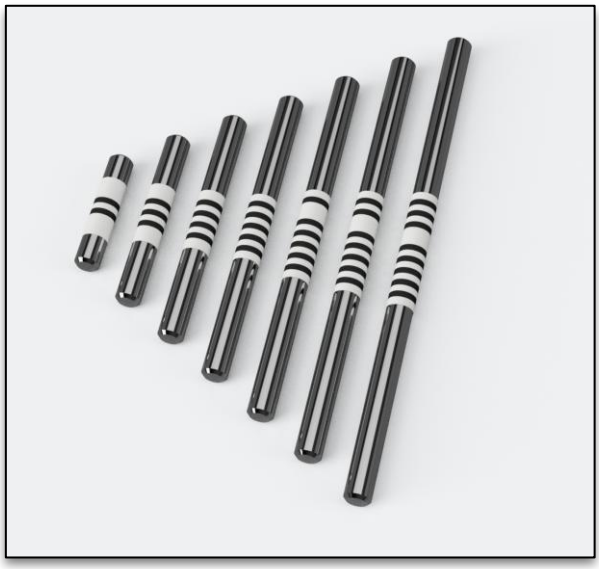
状況	ADD OFFSETS への入力
両機のアームを同じ量（例：各 40 mm）下げる。	不要。補正量が同じです。
4測定点すべてで同じ長さ（例：50 mm）のシリンダーを使う。	不要。補正量が同じです。
クライアント機に 70 mm、マスター機に 20 mm のシリンダーを使う。	**両機のシリンダー長を入力。**
クライアント機のアームだけを追加で 40 mm 下げる。	**CLIENT / LOWERING に 40 mm を入力。**
マスター機だけに 30 mm のシリンダーを使う。	**MASTER / CYLINDER に 30 mm を入力。**

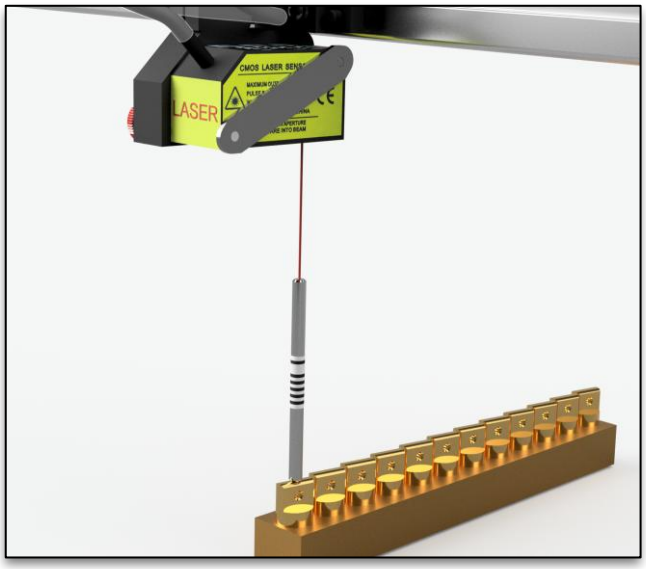
重要
重要なお知らせ：開始位置の校正で選択した開始位置オフセット（H1 や RAIL DIFF）はこれとは独立して自動反映されます。ADD OFFSETS に二重入力しないでください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.4.6 測定用シリンダー

4点式駒圧測定に使う縞模様の測定用シリンダーは、長さ 20〜80 mm のPMPアクセサリーとして提供されます。ラベルの黒いリング1本はシリンダーの長さ 10 mm に対応します。





別売アクセサリーのPMP測定用シリンダー（長さ 20〜80 mm、識別ラベル付き）。

測定用シリンダーを使用する目的は2つあります。第1に、丸く光沢のある弦面を安定して測定するためです。細い円筒面ではレーザーの反射が不安定になりやすいため、シリンダーの平坦な上端面へ当てることで安定した測定面が得られます。センサーの測定範囲に余裕がある場合でも、弦上での駒圧測定には基本的にシリンダーの使用を推奨します。

第2に、各測定点間の大きな高低差を補うためです。横レール使用時などで測定点がセンサーの下方測定限界から外れてしまう場合、シリンダーで測定面を持ち上げることにより有効測定範囲内へ収めることができます。

合わせ方：測定用シリンダーを正確に測定したい位置に置き、測定用シリンダーがない状態でもレーザーがその位置に当たるようにします。次に、レーザーの光点を測定面の中心に合わせることで、測定用シリンダーとレーザー光線が正確に一致します。

センサーの測定範囲内に上側の測定面が位置するような、円筒の長さを選択してください。

測定用シリンダーの自作方法

適切な測定用シリンダーが見つからない場合は、直径3ミリメートルまたは4ミリメートルの黄銅やアルミニウムの棒を使って自作できます。

黄銅棒またはアルミ棒を、必要な長さよりもわずかに長い数つの部分に切り分けます。その後、ベルト式のサンダーマシンを使用して、各金属棒の長さを段階的に短くし、定規を使って全体の長さを確認しながら、必要な寸法になるまで調整します。

実用上は、20 mm〜80 mm を 10 mm 刻みで1セット用意しておくと、さまざまな機種や測定状況に素早く対応できます。

重要

重要なお知らせ：片側のみ、または異なる長さのシリンダーを使い分ける場合は、必ず「ADD OFFSETS」画面に長さを入力してください。4点すべてで同じ長さのシリンダーを使用する場合は、同じ高さが相殺されるため入力不要です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.4.7 張弦状態および無弦状態での測定

駒圧測定では、すでに弦が張られている状態か、張弦前（または弦を外した状態）かを区別する必要があります。

ケース 1：無弦状態での測定

弦がない状態では、前端（アグラフ・ベアリング／弦枕・前端支点）、駒の手前側・奥側駒ピン付近の駒上面、および後端支持部の各接地上面を直接測定します。これにより、張弦後に弦の下面が接する基準面が幾何学的に捉えられます。

この場合、前端の高さオフセット（AGRA-H）には、測定するアグラフ上面から将来の弦下面位置までの差を設定します。

ケース 2：張弦状態での測定

すでに弦が張られている場合は弦上で測定します。センサーの測定範囲内であっても、丸く光沢のあるピアノ線上より平坦な端面の方が再現性が高いため、可能な限り測定用シリンダーを併用してください。

張弦状態では、前端オフセット（AGRA-H）は弦の上面位置に合うよう設定します（弦径は十分な実用精度として約 1 mm で見積もることができます）。

7.4.8 全駒圧、前駒圧、後駒圧

駒圧の測定においては、駒の前側の駒圧、駒の後側の駒圧、そして総駒圧の3つの数値を区別してください。

前駒圧は有効弦側の駒ピンで生じます。後駒圧は後ろ側の駒ピン、またはそこからヒッチピン側に移る部分で生じます。

これら2つの部品が合わさって、全体の駒圧を形成しています。

全駒圧 = 前駒圧 + 後駒圧

Piano Measure Pro が「D」として表示するのは全駒圧です。駒における弦全体の折れ曲がりを表し、角度（度）や勾配（%）の仕様値と比較する際の主指標となります。

正常な接地状態では次の関係が成り立ちます。

全駒圧	=	**D**
前方の駒圧	=	**T**
後方の駒圧	=	**D - T**

ここで T は手前側駒ピンと奥側駒ピンの間の駒の傾きです。

T が正または 0 のときは正常な接地状態であり、弦は手前側駒ピンにしっかり接触したうえで駒上面を通って奥側駒ピンへ抜けます。
T が負のときは異常な接地状態であり、手前側駒ピンで弦が浮いている可能性があります。この場合、Piano Measure Pro は奥側駒ピンを有効支点として D を計算するため、前駒圧 = T、後駒圧 = D - T への分解は意味をなしません。

したがって、駒圧を評価する際には、Dが常に最も重要な数値である。

- Dは、総有効な駒圧を示している。
- T は、2本の駒ピンの間の傾きから、駒圧が駒の前後でどのように生じるかを判断するための値です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.4.9 レーザー式4点駒圧測定（Piano Measure Pro）の利点

ここでは Piano Measure Pro による駒圧測定を、従来の糸張り法や、機械式・デジタル式角度計（Bevelbox など）による測定と比較します。

ピアノ製作でいう駒圧には複数の表し方があります。従来は、張った糸で求めた駒の持ち上がり量を mm で示すことがよくあります。駒にかかる力を決めるのは、駒で弦の向きが変わる角度、つまり弦の折れ曲がり角です。

駒での弦の折れ曲がり角と張力によって、弦が駒を介して響板を押し下げる力が決まります。同じ mm 値でも、有効な後部弦長が異なれば角度や力は大きく異なります。ここでいう後部弦長は、駒上で弦が実際に向きを変える点から、後部で弦が実際に接する支持部までの距離です。

単純な例でもその差は明らかです。

駒の持ち上がり量	後部弦長	対応角度
2.0 mm	100 mm	約1.15°
2.0 mm	150 mm	約 0.76°

これら2つの状況で測定された数値はどちらも2.0ミリメートルであったにもかかわらず、角度には約50％の差がありました。そのため、弦が駒にかける垂直方向の力もそれに応じて異なることになります。

逆に、同じ 1.0° の駒圧角を得るために必要な持ち上がり量は、後部弦長によって変わります。

目標駒圧角	後部弦長	必要な高さ
1.0°	80 mm	約1.40ミリメートル
1.0°	100 mm	約1.75ミリメートル
1.0°	120 mm	約2.09ミリメートル
1.0°	150 mm	約 2.62 mm

後部弦長は同じ楽器でも音ごとに変わり、特に低音部、音域の境界、高音部では差が大きくなります。駒圧を一律 2 mm にしても、楽器全体で同じ角度や力にはなりません。

技術的に的確な判断を行うには、次の4つを併せて評価することが重要です。

- **D（mm）：従来の高さ寸法**
- **D（%）：勾配および張力に対する荷重係数**
- **D（度）：実際の弦の折れ曲がり角**
- **T：前後2本の駒ピン間における駒上面の傾き**

専門文献でも、駒圧は駒での弦の折れ曲がりとして説明されます。折れ曲がり角と後部弦長は、響板にかかる力、振動のしやすさ、音色に影響します。

Piano Measure Pro が実際に測定する要素

Piano Measure Pro は定義された4つの測定点から、弦の垂直断面形状を完全に捉えます。

1. **前端測定点：アグラフ、ベアリング（弦枕）、または前端支点**
2. **手前側駒ピン：有効弦側の駒ピン・駒前端接地部**
3. **奥側駒ピン：駒後端側の接地・抜出点**
4. **後部弦支持部：後部で弦が実際に接する位置です。フェルト帯、真鍮製の支持部、デュープレックススケールなどが該当します。**

4点の高さと、それぞれの水平距離を測定します。これにより、駒の手前、駒上、駒より後ろの各区間で、弦がどの方向に延びるかが分かります。

これら2つの主要な数値であるDとTは、これらの測定結果に基づいて計算されたものです。

D — ダウンベアリング／駒圧

D（ミリメートル）

D（mm）は、従来の糸張り法で求める駒圧の寸法に相当します。

前側の弦の境界点と駒上の有効支持点を結び、その基準線を後部弦支持部まで延長します。延長線と実際の後部弦支持部との垂直距離が D（mm）です。

そのため、D（mm）はピアノ製作で使われてきた糸張り法の結果と直接比較できます。

D が正の場合は、実際の後部弦支持部が延長した基準線より下にあり、正の駒圧が生じます。D が負の場合は、この関係が逆になります。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

有効支点の選択は実測された駒の傾き T に基づいて自動判定されるため、弦が正常に駒へ乗っているか、傾きの不備により奥側駒ピンだけで支えられているかも計算へ正確に反映されます。

D（パーセント）

D（%）は、同じ弦の折れ曲がりを勾配として百分率で示します。

この百分率は、後部弦長が短いか長いかには左右されません。mm だけで比べる場合に比べ、異なる音、音域、楽器を比較しやすくなります。

このパーセンテージ数値には、重要な物理的意味もあります。ピアノの製造過程で遭遇する比較的小さな角度範囲において、これは駒に作用する垂直力が弦張力の中で占める割合を大まかに示しています。

弦1本が駒に及ぼす力は、次の式で概算できます。

$$\text{駒にかかる鉛直力（N）} \approx \text{弦張力（N）} \times \frac{\mathbf{D}\ (\%)}{100}$$

例示

- 弦張力：800ニュートン
- D: 1.5%

これにより算出されるのは、各弦が駒に対して及ぼす垂直方向の力です：

$$800 \times 0.015 = 12\ \text{N}$$

2本弦の同音弦群で両弦とも約 800 N の張力なら、合計荷重は約 24 N です。

D（度）

D（度）は、同じ弦の折れ曲がりを角度で示します。

D（%）と D（度）は、同じ弦の形状を異なる単位で表します。

- % は勾配を示します。
- 度は、その勾配に対応する角度を示します。

どのようなパーセンテージの数値でも、角度に明確に変換することができ、その逆も同様です。

角度表記は専門書・設計図面・工場仕様書・角度計測定値との比較に特に適しています。英語圏の専門書でも駒圧は「angle of deflection（弦の折れ曲がり角）」として表記されるのが一般的です。

T ― ブリッジチルト／駒の傾き

T は、有効弦の実測方向を基準にした、前後の駒ピン間の駒上面の傾きです。

駒上面は予定する弦の方向に対して、通常、後部弦支持部へ向けてわずかに下がるように仕上げます。

弦の張力上げ（ピッチ上げ）時には、弦と駒の摩擦によって駒を前方へ引っ張る力が働き、駒がわずかに前へ倒れ込みます（駒倒れ）。ピッチ上げの際に先に調律した音が下がってしまうのもこのためです。

あらかじめ適切な駒の傾きを与えておくことで、張弦・ピッチ上げ後に駒倒れが起きても手前側駒ピンに十分な接地圧が残り、浮きを防げます。ここが浮くと特に高音部で必ず不純な響き（うなり・倍音の乱れ）を引き起こします。

T（ミリメートル）

T（mm）は、測定した駒幅における、駒の前側と後ろ側の弦支持点の高さの差です。

例示

- 駒の幅：15ミリメートル
- 後方の駒ピンは前方の駒ピンよりも0.5mm低いです。

この時、Tの値は+0.5ミリメートルです。

T（パーセント）

Tはパーセンテージで表されており、これは測定された駒の傾斜角度を、駒の幅に対するパーセンテージで表した勾配に相当します。

この数値は、設計図面、専門文献、および生産規格と比較するのに特に適しています。なぜなら、これらの資料では、弦が張られていない状態の駒の表面の傾斜角度が通常、パーセンテージで表記されているからです。

T（度）

T（度）は、同じ駒上面の傾きを角度で示します。

Dと同様に、パーセンテージと度数は、同じ傾斜角度を表すための異なる表現方法に過ぎません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

符号の意味

- **T ≥ 0：駒の上面は後ろ側の駒ピンに向かって下がります。通常の支持状態では、弦は有効弦側の駒ピンで接触し、駒の上を通って後ろ側の駒ピンへ続きます。**
- **・T < 0：駒上面が奥側駒ピンへ向かって上がっている状態です。手前側駒ピンで弦が浮いて有効な垂直圧がかからないおそれがあるため、奥側駒ピンが有効支点として計算されます。**

従来の糸張り法でも、この支持状態を確認できます。糸をゆっくり下ろすと、駒の前側、後ろ側の順に触れるか、その逆か、あるいは弦が前側の駒ピンで浮く状態かが分かります。

しかし糸張り法では目視判断にとどまり、駒の傾きを mm・%・度の正確な再現可能数値として記録することが困難です。

Piano Measure Pro は前後両駒ピンの高さを個別に測定し、T を独立した数値（mm・%・度）として出力します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

駒圧角 D と駒の傾き T の目安値

以下の数値は、メーカー固有の仕様値がない場合に駒圧の設定・確認を行う際の参考目安です。実際の判断では響板の状態と耐荷重性を必ず考慮してください。

主指標：駒圧角 D（DOWNBEARING）

文献では駒圧を持ち上がり量の mm 値で示すことがあります。同じ mm 値でも、前後の支持点までの距離、特に後部弦長によって駒圧角が変わります。同じ張力でも角度が変われば駒を押す力は変わるため、異なる弦スケールを mm 値だけで比較できる範囲は限られます。PMP は評価用に全駒圧角 D を度（deg）で表示します。

駒圧角は駒全体での弦の折れ曲がりを表し、mm 表記と違って駒前後の弦の走行も加味されます。Mario Igrec は以下の目安値を挙げています。

音域	張弦前	張弦・調律後
低音駒の最低音側	0.5°	0.2〜0.3°
低音駒の最高音側	0.7〜1.1°	0.5〜0.8°
長駒の低音端	0.7〜1.0°	0.5〜0.8°
長駒の中央	2.0〜2.5°	1.0〜1.3°
長駒の次高音部	1.8〜2.0°	約1.3°
長い駒の最高音側	約 1.8°	約 1.5°

1列目の数値は、弦の張力がすべてかかる前の設定値です。張弦・調律後には響板が弦の張力でたわむため、角度を再測定して確認できます。

減少量は位置によって異なります。

クラウンが浅い響板や剛性の低い響板では目安値より控えめに設定してください。剛性の高い響板は大きめの角度にも耐えられますが、角度が大きいほど良いというわけではありません。張弦後の残存クラウン、音色、および楽器全体の状態を含めて総合判断してください。

駒の傾き T（TILT）

総駒圧角 D に加え、有効弦部分に対する駒上面の傾きも考慮します。

弦を張り上げて調律すると、弦が駒や駒ピンとこすれます。この摩擦により駒が有効弦側に引かれ、前方に傾きます。そこで、張弦前の駒の傾きにはこの変化を見込んだ余裕を持たせます。傾きの変化量は楽器によって異なります。

Klaus Fenner は、駒傾斜の製作・検査図において張弦前の値として以下を示しています。

音域	駒ピン間隔 15 mm の場合	およその換算値
長駒の移行部	0.2 mm	1%または0.6°
長駒の中央	0.2 mm	1.5%または0.9°
長駒の高音部	0.3 mm	2%または1.1°
低音駒	0.3 mm	2%または1.1°

ピッチ上げと調律によって駒が前へ倒れると T の値は小さくなりますが、その後も正の値を維持している必要があります。T が 0 または負になると、手前側駒ピンで弦が浮き上がりやすく、特に高音部で音の濁り（不純な響き）の原因となります。

T についてはミリメートル値の方が実用的な目安になります。前後駒ピン間の距離が短いため、間隔 15 mm ではわずか 0.1 mm の高低差でも角度が約 0.4° 変化します。したがって度や % の数値は概算目安ととらえ、小数点以下の厳密な規格値とはみなさないでください（mm 値も丸め値であり、駒ピン間隔が違えば変化します）。最終的に重要なのは、駒の両端エッジで弦が確実に接地していることです。

出典：Mario Igrec『Pianos Inside Out』pp. 475–476 Table 10、および Klaus Fenner / Jan Großbach『Praktisches Handbuch der Klavierkonstruktion』pp. 119–120。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

従来の糸張り法の限界

糸張り法は手順が簡単で、結果を目で確認できるため、ピアノ製作で長く使われてきました。次の点を直接確認できます。

- 駒の持ち上がり量が正か
- 後部弦支持部でのおよそのすき間
- 糸が最初に駒に触れる位置
- 駒の傾きが正か負か

糸張り法は、作業中に状態を目で確認するのに適しています。

糸張り法で直接確認できるのは、すき間の寸法や支持状態です。特定の折れ曲がり角を求めたり設定したりするには、有効な後部弦長も測定し、角度または必要な mm 値を算出します。

糸張り法で特定の角度を設定する場合

糸張り法で駒圧角を正確に 1.0° に合わせるには、糸をゆっくり下ろし、駒に最初に接する位置を確認します。そこが測定の基準となる有効屈曲点です。

続いて、次の距離を測定します。

有効屈曲点から、後部で弦が実際に接する支持部までの距離。

この後部弦長と目標角度から、糸と支持部の間に必要なすき間を mm で求めます。後部弦支持部で、すきまゲージ、ブロックゲージ、測定ブロックなどを用いて計算した寸法を確認します。
糸張り法なら弦の有効屈曲点を目で確かめられます。後部弦長の測定と角度の計算は別途行います。
後部弦長は音域内で大きく変わることがあります。正確な角度の曲線を得るには、次の手順が必要です。

1. 糸を使って弦の有効屈曲点を求める。
2. その点から後部弦支持部までの距離を測る。
3. 目標角度から必要なすき間を mm で算出する。
4. 糸を張って、算出したすき間を確認する。

後部弦長に応じて、測定箇所ごとにこの手順を繰り返します。
駒の傾きが負の場合も、糸を下ろすと、駒の後ろ側に先に触れるか、前側の駒ピンで浮くかを確認できます。糸張り法では、傾きの大きさを正確かつ再現性のある数値として求めることはできません。

Piano Measure Pro はこれらすべての幾何計測と計算を自動化し、距離測定・T に基づく有効支点判定・mm / % / 度 の同時算出を一括で行います。

機械式およびデジタル式角度計との比較

糸張り法のほか、機械式の気泡管式駒圧計（水準器式角度計）や、近年ではベベルボックスなどのデジタル角度計（デジタル傾斜計）も駒圧角測定に用いられます。

機械式の気泡管式角度計

機械式の駒圧計は、小さな支持脚で弦に載せます。基準位置で気泡を目盛線に合わせ、計器を有効弦部または駒より後ろの弦に移します。気泡の動きで弦の傾きの変化が分かります。

この種の計器では、通常、次の関係を用います。

- 前駒圧と後駒圧の和が全駒圧です。
- 気泡が通過した目盛りの数値は、規定された角度または力の係数に対応しています。
- 弦の張力がわかっていれば、ニュートン単位で表される駒圧を計算できます。

この種の計器では、複数回測定すること、測定間に本体を回転させないこと、および駒近傍の局所的な弦の曲がりや折れを避けて載せることが求められます。

デジタル角度計（ベベルボックスなど）

デジタル角度計は、面や弦の傾きを度で直接表示します。弦または適切な支持面に計器を置いてゼロを設定し、比較する弦の区間に移します。
デジタル角度計（Bevelbox）は、正しく使えば弦の角度や角度の変化を読み取れます。気泡管より細かく読み取れ、目盛間を目分量で読む必要がありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

機械式およびデジタル式の角度計には、依然として重要な限界が存在します：

通常は張弦済みの楽器で使い、計器を載せた箇所の弦の傾きを測定します。

弦が張られていない状態では、駒板の交換、新しい響板の調整、製造中の検査などに角度計を直接使用できません。

張弦済みでも、低音弦が交差する中音部の低音側など、計器を弦に載せられない箇所では測定できません。

測定手法の比較

張弦状態の制約

機械式およびデジタル式の角度計は、直接弦の上に置いて使用します。そのため、製造や修理の過程で弦が取り外されている場合には、通常この方法で測定を行うことはできません。

Piano Measure Pro は、張弦後に弦を受ける支持面を直接測定できます。これにより、必要な駒圧を設定し、確認できます。

- 弦を張る前に；
- 新しい駒板（ブリッジキャップ）を合わせるとき
- 新しい響板を取り付けたり設定したりする際には；
- 後部弦支持部の位置を決めるとき
- 工場での組立工程において。

分解能と読み取り精度

機械式角度計を使用する際、その分解能は水平器の目盛りによって決まります。中間の数値については、推定によって決定してください。

デジタル角度計は角度を直接表示します。結果は、計器の載せ方の再現性、ゼロ点の設定、測定箇所での弦の形状に左右されます。

Piano Measure Proは、高さや距離を数字形式で記録することができ、構造上事前に設定された測定ポイントに基づいて角度値を計算できます。

設置条件への依存性

機械式・デジタル式角度計は、測定箇所の弦に載せます。結果には次の条件が影響します。

- 正確な測定位置；
- 測定箇所での弦の湾曲や折れ曲がり
- 低音弦の巻線
- ゲージのベース部分の長さ；
- ゼロ点の設定
- 駒の前後による異なる配置方法。

Piano Measure Pro は、構造上の次の点で測定します。

- 弦の前端を定める支持点
- 前側の駒ピン
- 後ろ側の駒ピン
- 後部弦支持部

したがって、それが記録するのは、弦の特定の点における局部的な曲がり方だけでなく、構造的に機能する全体の幾何学的形状なのです。

角度計で別途必要な後部弦長の測定

角度計で角度の変化は測定できます。実際の後部弦長は別に測定する必要があります。

Piano Measure Proは、高さと長さの両方を同時に記録できます。角度の測定データに加えて、以下の情報も取得できます：

- ミリメートル単位で表される従来の駒圧。
- 実際の後部弦長
- 駒の幅；
- 駒の傾斜 T；
- 駒圧のパーセンテージ；
- 度を単位とした駒圧の角度；
- 後部弦支持部にシムを入れる場合に必要な補正量

駒形状の定量把握

適切に載せられる箇所では、機械式・デジタル式の角度計でも弦や駒の傾きを確認できます。

PMP は前後の駒ピン付近の高さを個別に測り、駒の傾き T を mm、%、度で示します。数値で記録し、設計仕様と比較できます。

ピアノ・グランドピアノ製造工場での利点

製造工場では、各モデルの弦スケールと、音域ごとの代表的な後部弦長がすでに分かっています。必要な駒の持ち上がり量や目標の駒圧曲線も、モデルの開発時に決められています。

特に高音部では、張弦前に駒や駒板の高さと傾きを正確に仕上げるため、型板をよく使用します。

製造工程では、Piano Measure Pro を主に精密な検査と品質管理に使用します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

仕上げ形状の客観的検査

既存のテンプレートを使用して加工を行った後、実際に生成された製品の幾何学的形状が要求に合致しているかを確認できます。

- 駒の高さは正しいですか？
- 駒の傾斜角度は正しいですか？
- 弦の折れ曲がり角はモデルの仕様に合っているか
- 駒圧の曲線は滑らかですか？
- 部分的な偏差は存在するのでしょうか？
- 音域の境界で変化が適切か
- 追加工が必要な箇所はあるか

「Piano Measure Pro」は、既存の生産テンプレートを必ずしも置き換えるものではなく、これらのテンプレートで得られた結果を客観的かつ定量的な方法で検証するためのツールです。

モデル別リファレンスプロファイル

各種のピアノモデルに応じて、対応する目標曲線データを保存することができる。または、認証された参照ピアノで測定された曲線データを使用することもできる。

基準データには、次の項目を含められます。

- D（ミリメートル）
- D（パーセント）
- D（度）
- T（ミリメートル）
- T（パーセント）
- T（度）
- 後部弦長
- 駒の幅；
- 測定位置と音番号。

したがって、新しく製造されたピアノの幾何学的寸法は、承認された生産基準と直接比較できます。

張弦前の事前検査

主な利点の一つは、弦を張る前に検査を行うことができる点です。

すべての弦を張ってピッチを上げる前に、次のような問題を見つけて修正できます。

- 不正確な駒の高さ；
- 加工が均一でない駒板
- 後部弦支持部の不具合
- 駒の傾きに生じる予期せぬ変化；
- 過度に大きい、または過度に小さい駒圧の角度；
- 音域の境界での局所的な段差

この段階でこのような誤りを正す方が、弦の調整が完了した後よりもはるかに容易です。

量産品質管理

数字表示されたデータは保存したり、エクスポートしたりすることができ、特定のピアノやシリアル番号に関連付けることも可能です。

これにより、品質保証に追跡可能性がもたらされます。具体的には以下の点が含まれます：

- 同じシリーズ内にある複数のピアノの比較；
- 生産過程におけるばらつきの検出；
- 使用されているテンプレートの検証；
- 異なるワークステーションに対する点検；
- 手直しの記録
- 異なる生産ロットに対して行われた統計的評価です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

作業者による個人差の低減

伝統的な方法は、大きな程度で経験、視覚的な判断、そして個々の職人の個人的な作業手順に依存しています。

「Piano Measure Pro」は標準化を実現しています：

- 測定ポイント；
- 測定順序；
- 計算方法
- これらの単位；
- ドキュメント資料。

これにより、異なる従業員がより直接的に比較可能な結果を出すことができるようになります。

修復・オーバーホール工房での利点

修復では、元の弦の形状が十分に記録されていないことがあります。弦、駒板、響板を取り外すと、重要な基準を後から確認できなくなることがあります。

そのため、Piano Measure Proは、修理前、修理中、修理後に必要なすべての文書記録作業を行えます。

分解前の現状記録

張力を解放する前、または弦を取り外す前に、以下のパラメータなどの情報を記録しておくことができます：

- 現在の駒圧。
- 音域全体の駒圧曲線
- 駒の傾き；
- 局部負の領域；
- 低音弦の駒部分における不規則な現象；
- 音域の境界での変化
- 既存の後部弦支持部

そのため、元の状態を追跡することが依然として可能である。

駒板（ブリッジキャップ）の張り替え

駒板（ブリッジキャップ）を交換する際には、新しい駒の仕上がり高さを決める必要があります。
糸張り法で持ち上がり量を mm で確認できます。実際の駒圧角は、後部弦長によって変わります。

「Piano Measure Pro」は、必要な角度に達しているかどうかを即座に表示できます。

駒板を一定の mm 値だけに合わせるのではなく、確認済みの目標曲線に合わせて加工します。例えば音域ごとに異なる目標を設定し、加工中に新しい駒板の高さと傾きがその目標に合っているかを確認できます。

無弦工程での活用

包括的な修理作業の過程では、通常、弦は一時的に取り外されます。この際、弦の上に設置する必要がある従来の角度計は使用できなくなります。
Piano Measure Proは、ピアノの構造的な支持点のデータを直接読み取ることができるため、弦の張り替えを行う前に、弦が将来どのような経路をたどるかを正確に把握できます。

後部弦支持部に入れるシムのシミュレーション

SHIM 機能では、後部弦支持部にシムを入れた場合の有効な駒圧を試算できます。SHIM 値を変えると、弦の折れ曲がり角がその場で再計算されます。

SHIM 値を正にすると、後部弦支持部を高くした場合を再現し、有効な駒圧は小さくなります。実際に加工する前に、フェルト、薄い木板、厚紙などで必要な厚さを確認できます。

D は mm、%、度で同時に再計算されます。測定した駒の傾き T は変わりません。

修復結果の記録と比較

作業が完了したら、新しい幾何学的寸法を再測定し、それを元の状態や目標とする輪郭と比較できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

次の内容を記録できます。

- 作業前の状態
- 算出された目標値；
- 行われた訂正内容：
- 修理後の結果：
- 弦張力の作用によって生じる結果。

張弦状態・無弦状態の双方に対応

Piano Measure Pro は製造・修復時の無弦状態でも、完成後の張弦済み楽器でも同様に活用できます。

無弦状態での測定

弦がない状態では、将来の支持面を直接測定することになります。これには以下のものが含まれます：

- アグラフまたは弦枕
- 駒の前側と後ろ側の弦支持点
- 後部弦支持部

定義された高さの調整により、測定結果が将来の弦の平面に基づいていることが保証されます。

張弦状態での測定

弦が張られている場合は、弦の上で直接測定するか、測定用シリンダーを使って測定します。測定用シリンダーの使用を推奨します。

測定用シリンダーにより、位置の明確な平らな測定面が得られ、次の要因による測定上の問題を避けられます。

- 弦の丸い表面
- 鏡面に磨いた弦線
- レーザー光の反射のばらつき
- 低音部の巻線

追加のアームの下降距離やシリンダーの高さはオフセット値として入力することができ、システムは自動的にそれを計算に取り入れます。

測定・セットアップ統合システムとしての Piano Measure Pro

Piano Measure Pro は、張り糸、水準器、デジタル角度計（Bevelbox）を使う測定をデジタル化し、従来は別々だった次の作業を一つのシステムにまとめます。

- 高さの測定；
- 長さの測定；
- 有効な支点の決定；
- 駒の持ち上がり量の算出
- 駒圧角度の計算；
- 勾配を百分率で算出する
- 駒の傾きを測る
- 後部弦支持部に入れるシムのシミュレーション
- 結果を保存して記録する
- データを出力し、グラフで評価する

測定によって、次の問いに答えられます。

駒圧は何 mm あるか。

さらに次の点も確認できます。

この配置で弦は実際にどの角度をなすか。

弦張力のうち、どれだけが駒を押す力になるか。

弦は駒に正しく接しているか。

目標値に達するには、後部支持点にどの厚さのシムが必要か。

測定した形状は、この楽器または機種の目標プロファイルと一致しているか。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

各測定手法の比較まとめ

項目	糸張り法	角度計	Piano Measure Pro
駒の持ち上がり量（mm）	可	不可	可
駒圧角	別途距離測定と計算が必要	可	可
駒圧の百分率	別途距離測定と計算が必要	目盛換算または角度からの換算が必要	可
駒の傾き T	概略の目視評価のみ	可	正確な数値で測定可能
後部弦長の測定	不可（別途測定が必要）	不可	自動で測定
実際に荷重を受ける駒ピンの特定	可	載せ方に依存	T から自動判定
無弦状態での測定	可（高さ確認のみ）	不可	可
張弦状態での測定	不可	可	可
SHIM のシミュレーション	不可	不可	可
デジタル保存	不可	不可	可
エクスポートと系列比較	不可	不可	可
グラフ表示	不可	不可	可

結論

糸張り法ではすき間を確認できます。角度計では張られた弦の角度変化を確認できます。

Piano Measure Pro は、駒圧を決める支持点全体の位置関係を測定します。

4点の高さと各点の間の距離を測定して、次の値や状態を求めます。

- 従来の mm 表示
- 比較可能な駒圧角
- 駒圧の百分率
- 駒の傾き
- 実際の支持状態
- 補正に必要なシムの厚さ

そのため本システムは、1台ごとの精密な修復作業から、ピアノ・グランドピアノ製造工場における標準化された検査・記録・品質保証プロセスに至るまで幅広く活用できます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.5 ウェブインターフェースのSCALEとLIVE転送

ウェブインターフェースでは、楽器1台分の弦スケールデータセット全体をPMPから一度に読み込むことができます。一覧表には同音弦ごとの各弦寸法が表示され、グラフでは低音部から高音部までの弦長の推移を見渡せます。さらに、同じデータセットから Mensurix で編集するための有効弦長データ書き出しや、低音巻線製作のための寸法表作成も行えます。

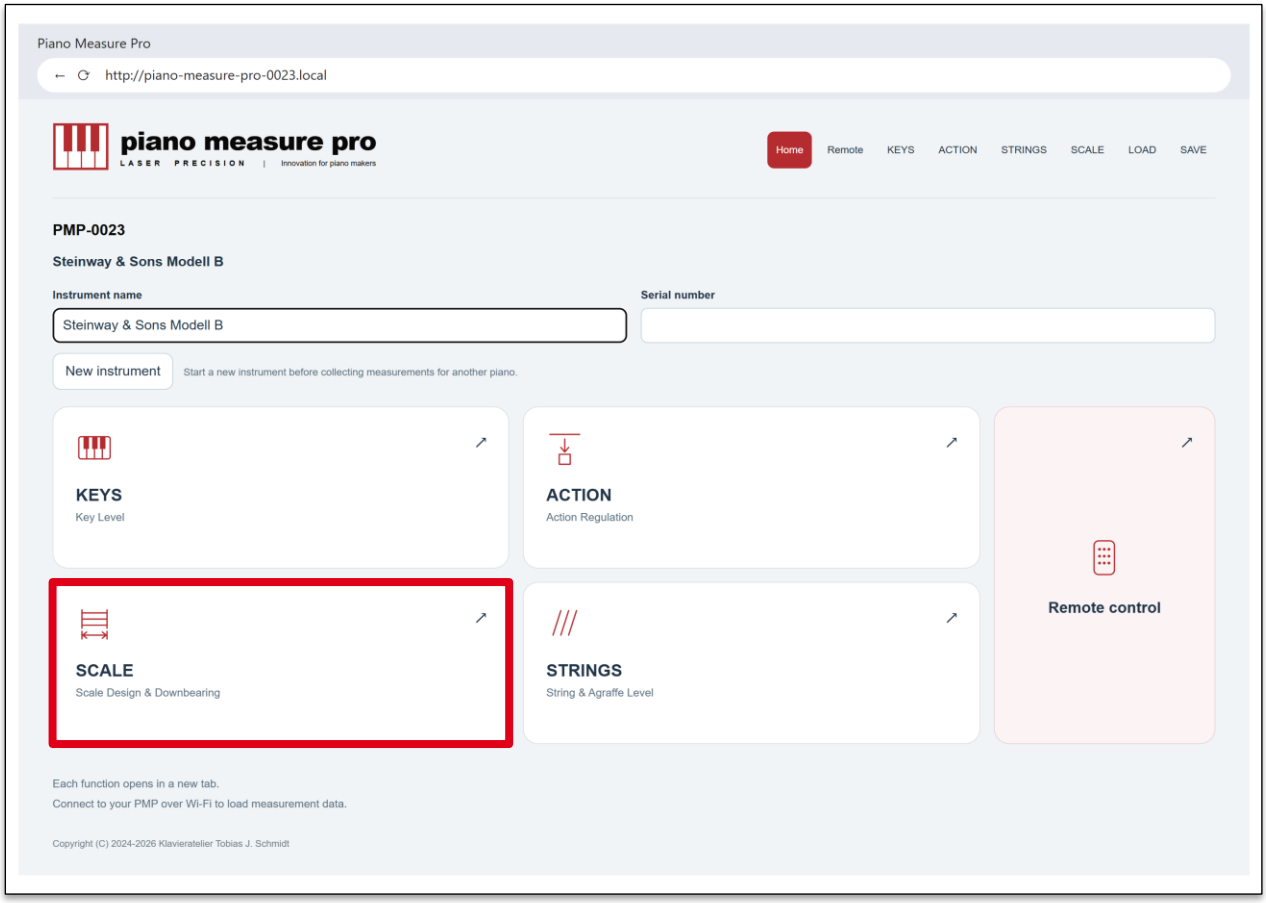
測定中からリアルタイムで画面上に弦スケールを確認することもできます。ライブ転送を有効にしておくと、PMP側で測定値を確定するたびに、該当する音の行と測定した弦の列へ即座に数値が反映され、グラフにもその測定点が追加されます。

滑らかな曲線の中に1か所だけ突出した点があれば、測定作業の途中で即座に気付けます。表で前後の音と数値を見比べ、念のためその弦を再測定してください。なお、駒の切り替わり位置（低音駒と長駒の境界）での段差は構造上正常な変化です。

7.5.1 弦スケールデータの読み込みとLIVE受信

すでに測定済みのデータがある場合は、マスター機の「scale design」で対象データセットを開きます。スマートフォン、タブレット、またはノートPCをマスター機と接続し、ブラウザーでそのアドレスを開きます（例：piano-measure-pro-0023.local、ダイレクト接続時は 192.168.4.1）。スタートページで赤枠の「SCALE」を選び、続いて「Load data from PMP」をクリックすると、記録済みの全弦データが表とグラフにまとめて表示されます。

測定しながらリアルタイム表示させたい場合は、SCALE ページで「Start LIVE」を選択します。タブレットなどをピアノのそばに置いたまま、マスター機で測定値を確定・送信すると、該当音・該当弦のセルへ即座に数値が入り、グラフにも点がプロットされます。ローカルWi-Fi経由で表示に遅延が出る場合は、マスター機へのダイレクト接続をご使用ください。なお、ブラウザー受信時はPMP本体の LIVE スイッチはオフのままにしておきます（受信確認を伴う従来の Excel ブックでの手順は第 7.6 節を参照）。

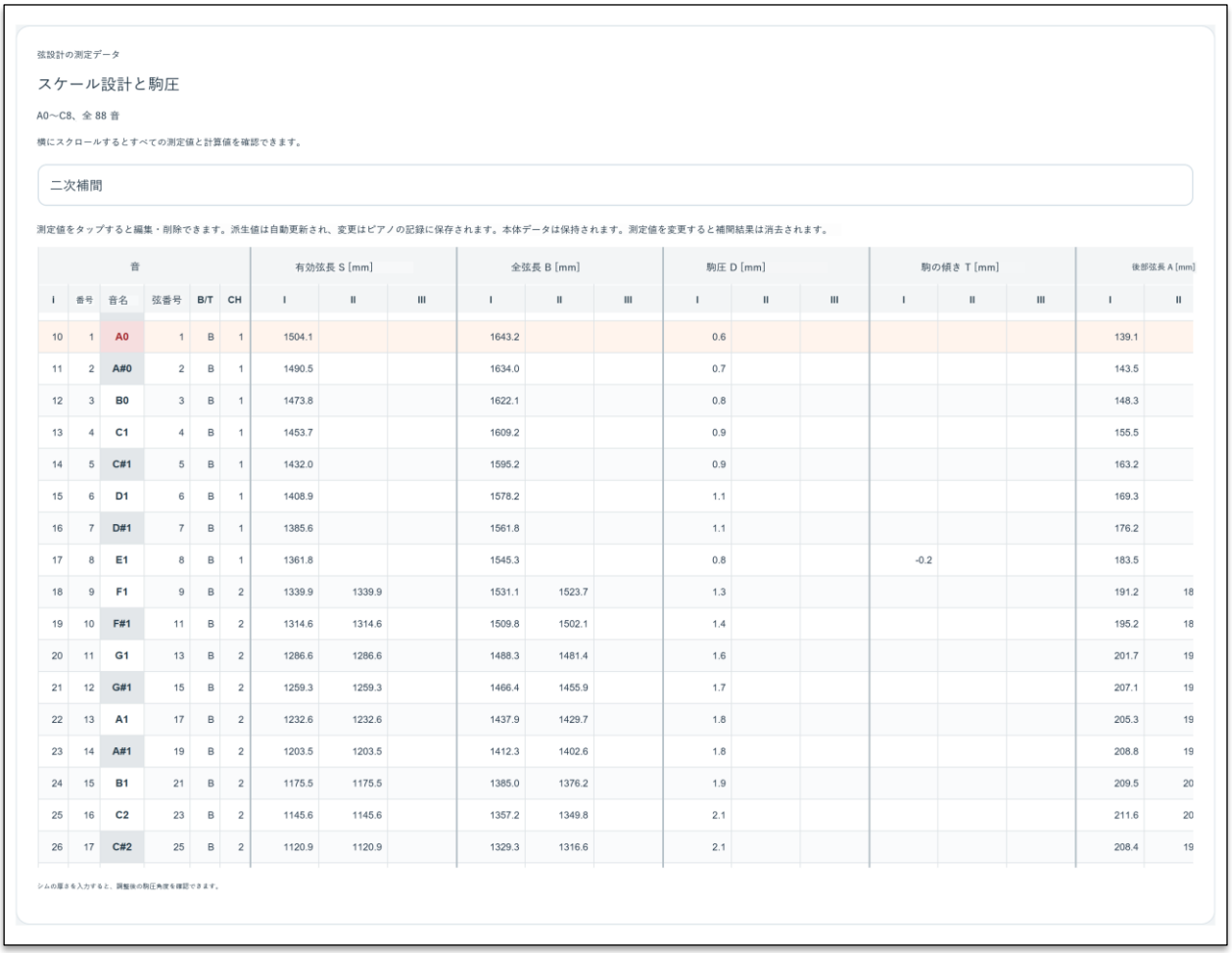


PMP-0023 のスタートページ。赤枠で示した「SCALE」を選択すると、選択中楽器の弦スケール画面が開きます。

7.5.2 最低音弦のリアルタイム測定

1. ブラウザーで「Start LIVE」を選択し、マスター機で A0・第1弦（I）に合わせます。クライアント機のレーザースポットは前方アグラフ上に固定したまま、マスター機のスポットを有効弦側の駒ピンに合わせ、有効弦長 S を確定します。表の A 0 行の「SPEAKING LEN (S)」列 I にこの値が入力されます。
2. 全弦長 B を測る際も前方のアグラフ基準はそのまま維持し、後方のスポットを駒からヒッチピンへ移動して、マスター機で NEXT（右キー）を押して確定します。図の例では、S に 1504.1 mm、TOTAL LEN (B) に 1643.2 mm が表示されます。強調表示された行と表上部の LIVE 受信メッセージにより、どの弦のデータが今受信されたか一目で確認できます。





A0・第1弦（I）の受信直後の表示。駒とヒッチピンの間は 1643.2 mm - 1504.1 mm = 139.1 mm となり、表の右側の「REAR LEN (A)」列に自動表示されます。

3. グラフで A0 の開始点を確認すると、B の点が S の点の上にプロットされています。次の音を確定するたびに測定曲線が伸びていきます。センサーを移動している最中の現在距離はPMP本体のディスプレイで確認してください。一時中断するときはブラウザーで「Stop LIVE」をクリックします（すでに受信済みの数値はそのまま画面に残ります）。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

表での1本弦・2本弦低音弦の読み方

スタインウェイ B 型では A0〜E1 の最初の8音が1本弦で、F1 から2本弦になります。表の I と II は弦番号です。F1 は両弦とも有効弦長 S が 1339.9 mm ですが、ヒッチピンが別の位置にあるため全弦長 B は第1弦が 1531.1 mm、第2弦が 1523.7 mm です。発注に用いる後部弦長 A はそれぞれ 191.2 mm、183.8 mm です。

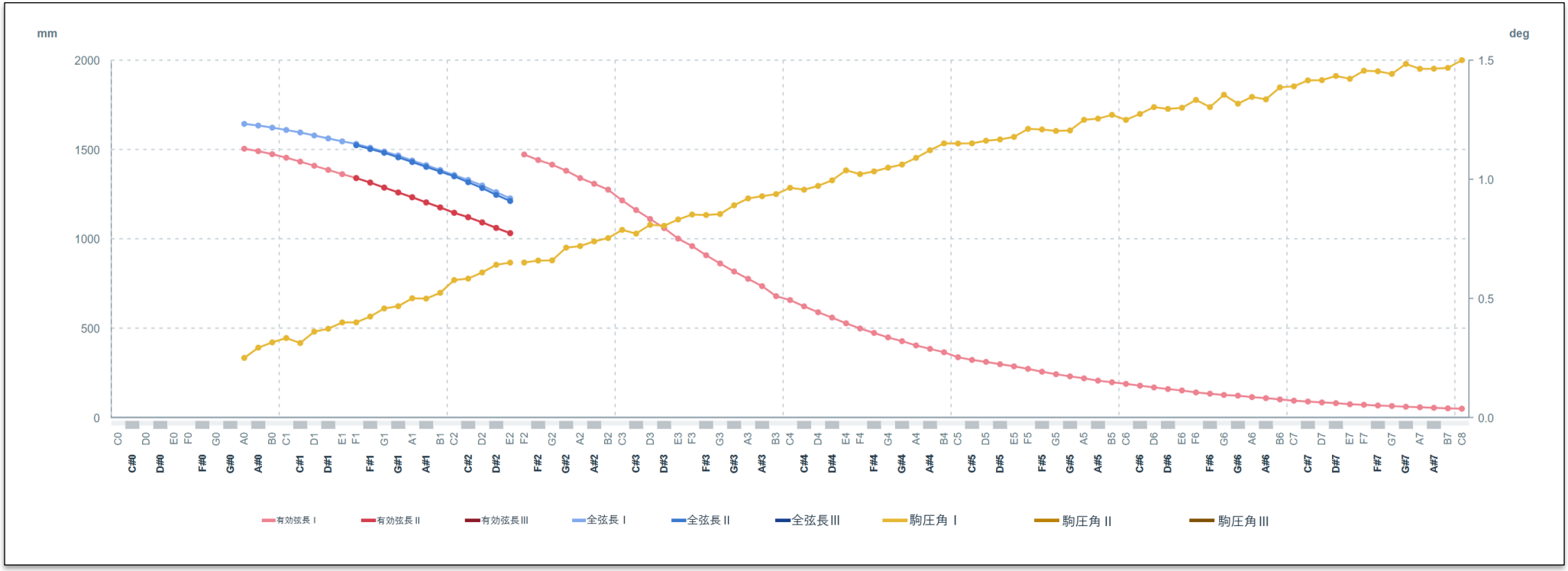
音						有効弦長 S [mm]			全弦長 B [mm]		
i	番号	音名	弦番号	B/T	CH	I	II	III	I	II	III
18	9	**F1**	9	B	2	1339.9	1339.9		1531.1	1523.7	
19	10	**F#1**	11	B	2	1314.6	1314.6		1509.8	1502.1	
20	11	**G1**	13	B	2	1286.6	1286.6		1488.3	1481.4	
21	12	**G#1**	15	B	2	1259.3	1259.3		1466.4	1455.9	
22	13	**A1**	17	B	2	1232.6	1232.6		1437.9	1429.7	
23	14	**A#1**	19	B	2	1203.5	1203.5		1412.3	1402.6	
24	15	**B1**	21	B	2	1175.5	1175.5		1385.0	1376.2	
25	16	**C2**	23	B	2	1145.6	1145.6		1357.2	1349.8	
26	17	**C#2**	25	B	2	1120.9	1120.9		1329.3	1316.6	
27	18	**D2**	27	B	2	1091.7	1091.7		1298.5	1284.1	
28	19	**D#2**	29	B	2	1060.9	1060.9		1261.0	1245.8	
29	20	**E2**	31	B	2	1031.6	1031.6		1226.4	1211.5	
30	21	**F2**	33	T	3	1472.0					
31	22	**F#2**	36	T	3	1441.0					

低音駒終端の巻線と長駒開始部の裸線。E2 までは2本の全弦長 B が並んで記録され、F2 以降は有効弦長 S のみが入力されています。

このサンプル例のデータ構成は次のとおりです。低音部の S と B はスタインウェイ B型での実測値、長駒上の 68 音の有効弦長は機種別スケール表（モデル B 列）からの参照値であり、各音が S の列 I に1回ずつ入力され、残りの同音弦列および B 列は空欄になっています。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.5.3 グラフでの弦長と駒圧角の読み取り



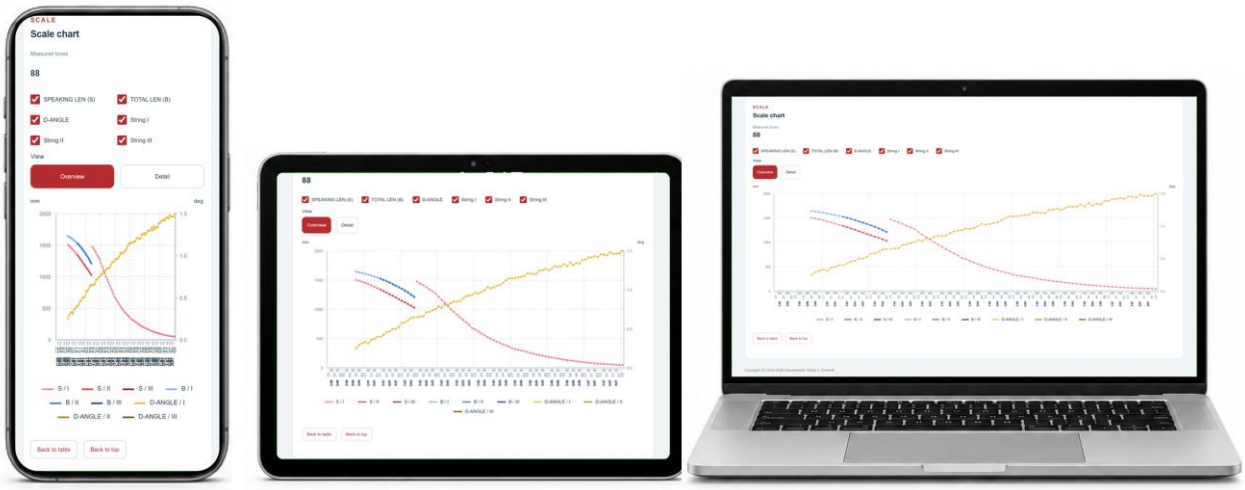
赤が有効弦長 S、青が全弦長 B で、いずれも左側の縦軸（mm）で読み取ります。金色の曲線は第1弦（I）の駒圧角（D-ANGLE）を示し、右側の縦軸（deg＝度）で読み取ります。

A0 から E2 にかけて低音駒上の有効弦長は短くなり、長駒へ移る境界で E2 の 1031.6 mm から F2 の 1472 mm へ大きく跳ね上がります。青の曲線が E2 で終わっているのは、全弦長 B を測定しているのが低音部のみだからです。金色の曲線は右軸の独立した目盛に従うため、弦長曲線と交差しても単位が異なります。角度の推移だけを詳しく見たい場合は、「SPEAKING LEN (S)」と「TOTAL LEN (B)」のチェックを外して「D-ANGLE」のみを表示してください。この角度は駒での弦の折れ曲がり度合いを示しますが、角度だけでは駒に掛かる実際の荷重（N）は分かりません。

ここでは、すべての弦を張って調律した楽器で測定した駒圧を示します。Mario Igrec による目安は、低音駒の低音側端で 0.2〜0.3° 、低音駒の高音側端と長駒の始点で 0.5〜0.8° です。図の曲線は 0.25° から始まり、駒の切り替わりの両側で 0.65° に達します。長駒の中央では 1.15° （目安は 1.0〜1.3° ）、高音部の低音側では約 1.3° 、最高音では約 1.5° です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

スマートフォン、タブレット、ノートPC／デスクトップPCでのSCALE表示



同じ弦スケール例のスマートフォン、タブレット、ノートPCでの表示。金色の駒圧角曲線は「D-ANGLE」のチェックで単独表示にも弦長との重ね合わせ表示にも切り替えられます。

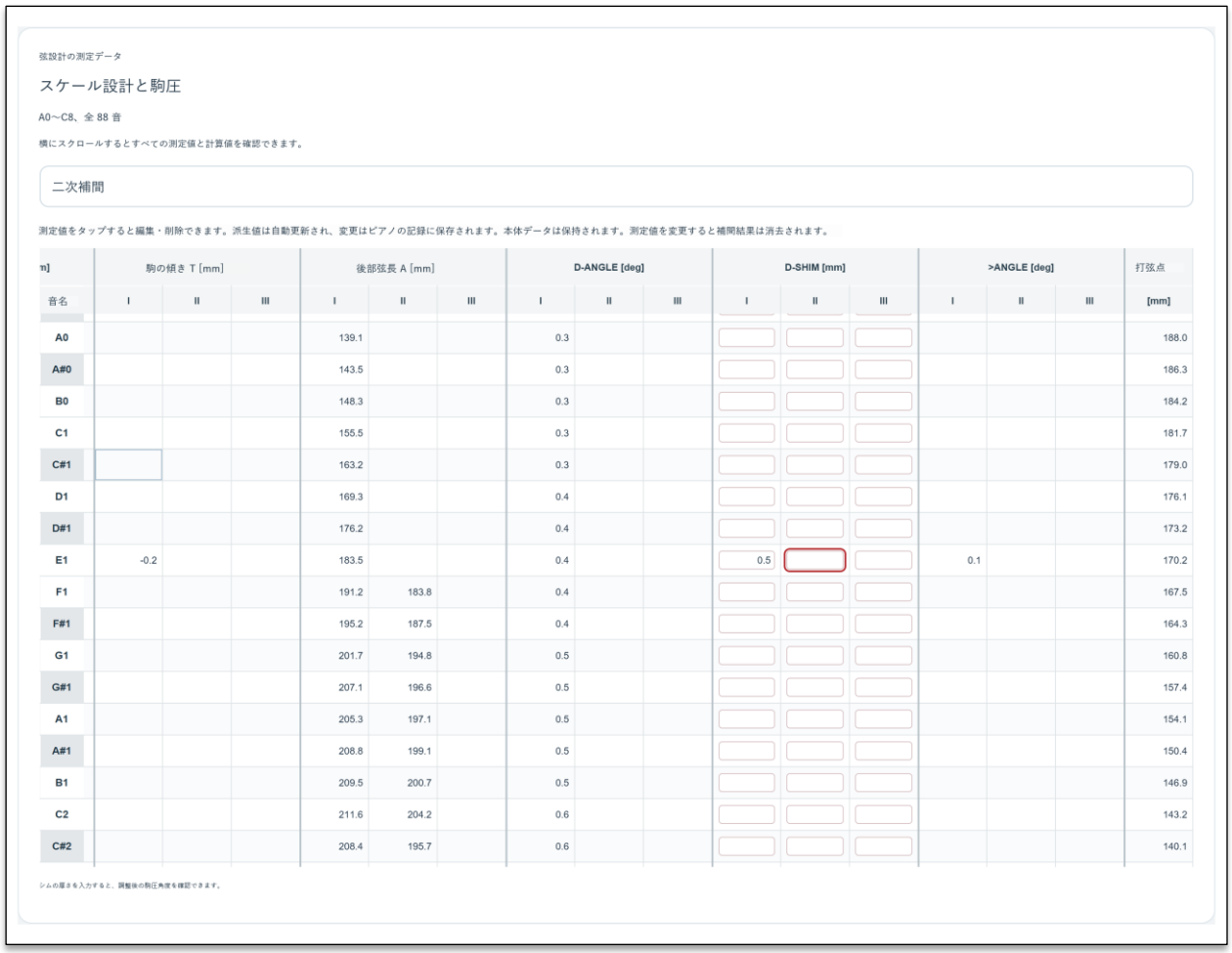
スマートフォンでは表を左右にスワイプして残りの列を確認できます。個別の音を読むときは、まず音名と弦番号（I・II・III）を確認してください。横向きタブレットやノートPCでは、複数の列や広い音域を一度に見渡せます。

グラフでは「Overview」で全体の推移を表示し、個別の音を詳しく見たい場合は「Detail」を選んでグラフを左右へスクロールします。「Back to table」を選択すると即座に数値表へ戻れます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.5.4 表での打弦点とシム厚の確認

表を右へスクロールすると「STRIKE-P」列が表示されます。A3 では有効弦長 776 mm に基づき 97.0 mm と表示されます。1つの音で複数の弦に異なる有効弦長が記録されている場合、ブラウザーはその平均値を使用します（PMP本体の SP-SET 検索時は、マスター機で選択中の弦の値が使われます）。



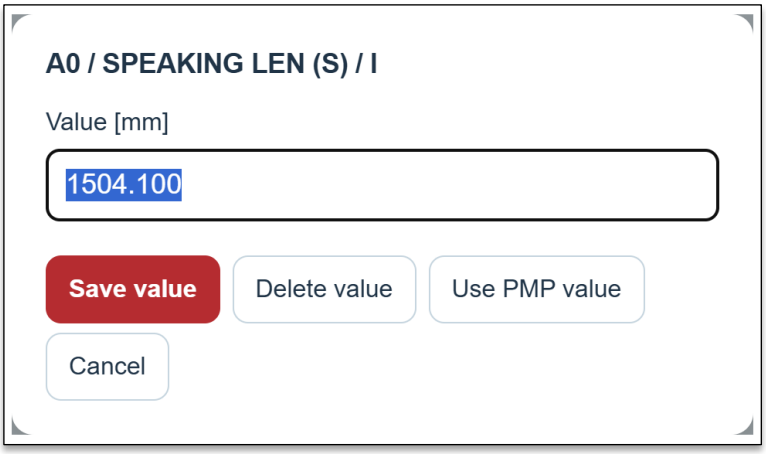
サンプル例の E1・第1弦（I）。シム厚 0.5 mm を入力して試算すると、駒圧角が 0.4° から 0.1° へ下がることが分かります。

E1 の行を使って後端シムの効果を試算できます。「D-SHIM」欄に仮定するシム厚（mm）を入力すると、「D-ANGLE」に元の角度、「>ANGLE」にシム挿入後の予測角度が表示されます。実作業の前に異なるシム厚の効果を比較でき、元の実測 D 値自体は変更されずに保持されます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.5.5 測定値の編集と欠測区間の補間

表内の測定値を修正するには、該当する弦のセルをタップ／クリックします。ミリメートル単位で新しい数値を入力し、「Save value」で確定します。「Delete value」はブラウザー上の値を削除し、「Use PMP value」はPMPから取得した元の実測値へ戻します。変更に伴い派生値（A、角度、STRIKE-P 等）も自動再計算されます。この編集はウェブ画面上の楽器データにのみ適用されます。



個別セルの編集ダイアログ。タイトルに音名・測定項目・弦番号が表示されます。



欠測補間の試算例。D2・第1弦（I）に対してプレビューは B = 1295.3 mm を算出しています（実測値は 1298.5 mm）。

測定値が1か所だけ抜けている場合は「Three values, one gap」を選び、同じ弦番号・同じ列の既知データ3点を基準点に指定します。一定区間の欠測をまとめて補間したい場合は「Fill gaps in a range」を選び、開始音と終了音を指定します（図ではプレビュー確認のため D2 の B 値を一時的に空欄にしています）。補間計算では、低音駒と長駒の境界および巻線と裸線の境界が自動で分離考慮されます。

「Preview」で補間結果の候補を確認し、「Apply」で適用すると計算値が黄色セルとして反映されます。「Undo last interpolation」で直前の補間を取り消せます。なお、PMPから新しい測定値を受信したり手動編集したりすると、それまでの補間推定値はリセットされます。

7.5.6 測定データの保存と書き出し

「SAVE」で楽器データ全体を .pmp ファイルとして保存でき、後日「LOAD」でそのまま復元できます。数値を独自に解析したい場合は「CSV」を選択し、各列見出しの単位を確認のうえ利用してください。「REPORT」は弦スケールグラフ付きの HTML レポートを作成します（PMP未接続のブラウザーで閲覧可能）。

巻線メーカーへ発注する寸法表を作成するには「Export bass string order (.xlsx)」を選択します。F1 のような2本弦の音では各弦が独立した行に展開され、駒からヒッチピンまでの長さ A と全弦長 B が整数ミリメートルに丸めて出力されます。Mensurix での弦スケール設計には「Export Mensurix (.csv)」を使用します。各音につき1つの有効弦長が出力されます（複数の同音弦が記録されている場合は平均値）。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

7.6 従来のExcelブックでのSCALE利用

従来の Excel ブックでライブ転送を行う場合は、受信側からの受信確認（ハンドシェイク）が必要です。現行のウェブブラウザーを用いた手順は第 7.5 節を参照してください。



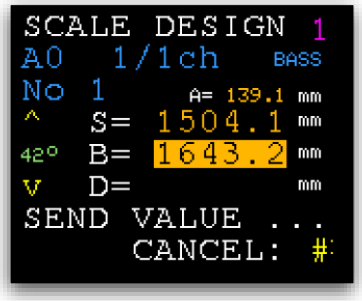
PMP本体で LIVE をオンにする

SCALE の測定モード画面で # キーを押して LIVE をオンにします（有効時は白字表示）。次の音へ移るタイミングで測定値が送信されます。右の画面例は送信中（SEND VALUE ...）および受信確認が返らない場合の警告画面です。

「START LIVE ON YOUR DEVICE」が表示されたら、Excel 側でライブ受信を開始してください。# キーを押すと転送を中止し、PMP側の LIVE をオフに戻せます。

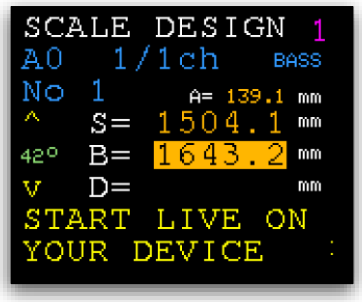
Excel 側の準備

Excel ブックを開き、マスター機からのデータ受信準備を行います。
「DATA」ワークシート内で、ドロップダウンリストからマスター機器を選択してください。

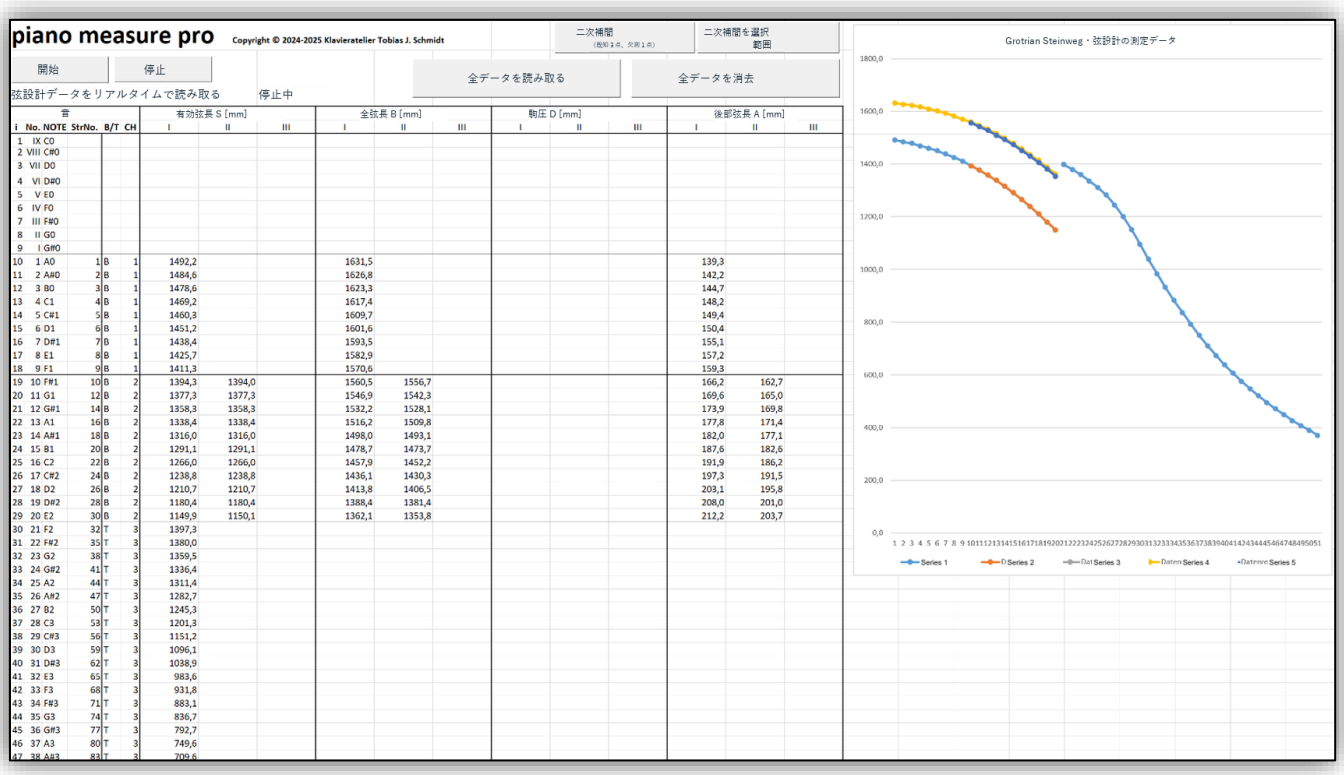


「DATA」シート右上のプルダウンからマスター機を選択します。外部のローカルWi-Fiがない場合は、PC／ノートPCをマスター機へ直接接続することもできます。2号機が発信するWi-Fi（SSID：「piano-measure-pro-2-XXXX」、XXXX は製造番号）へ接続し、プルダウンで「DIRECT (SOFT AP)」を選択してください（Key Level 章の「Excelによるデータセットの分析（旧方式）」も参照）。

重要：測定データを受信するには、Excel のマクロ機能が有効になっている必要があります（Excel のセキュリティ設定「トラスト センター」を参照）。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen



「SCALE_DATA」シート

「SCALE_DATA」シートへ切り替えると、scale design 機能用の操作画面が表示されます。

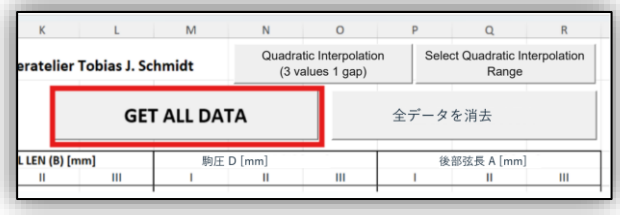
「START」/「STOP」のボタンを使用することで、伝送モードLIVEをオンまたはオフに切り替えることができます。

現在の状況は「READING LIVE SCALE DATA:」というフィールドに表示されています。



- 「STOPPED」（赤）：受信停止中
- 「STARTED」（緑）：受信待機・動作中（測定値が順次自動入力されます）

LIVE モードが有効になると、弦を測定するたびに数値が Excel へ即座に送信されて表へ入力され、右側のグラフにも自動で描画されます。

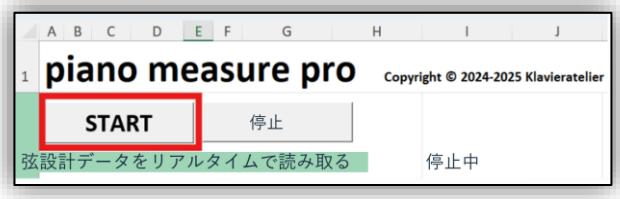


scale design の起動時にマスター機で既存データセットを読み込んだ場合は（「データセットの読み込み（マスター機）」を参照）、Wi-Fi経由でデータを取得できる旨が一時的に表示されます。

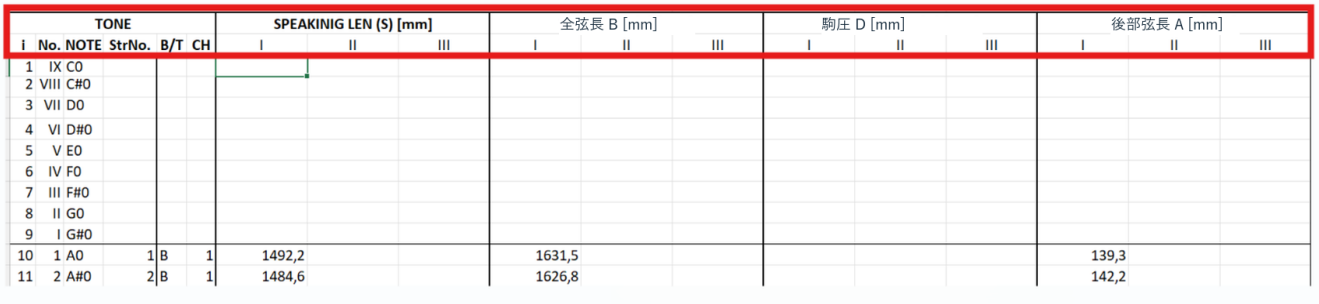
シート上のボタンで以下の機能も利用できます。

- 「GET ALL DATA」：データセット内の全測定値を一括で Excel へ読み込みます。
- 「CLEAR ALL DATA」：Excel 表内の scale design 測定値をすべて消去します。

重要：消去されるのは Excel の表データのみであり、PMP本体スロット内の保存データおよび他機能のデータ（「DATA」シートの key level 測定値など）は影響を受けずそのまま残ります。



表の構成と各列の説明



TONE					SPEAKINIG LEN (S) [mm]			全弦長 B [mm]			駒圧 D [mm]			後部弦長 A [mm]		
i	No. NOTE	StrNo.	B/T	CH	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	IX C0															
2	VIII C#0															
3	VII D0															
4	VI D#0															
5	V E0															
6	IV F0															
7	III F#0															
8	II G0															
9	I G#0															
10	1 A0	1	B	1	1492,2			1631,5						139,3		
11	2 A#0	2	B	1	1484,6			1626,8						142,2		

この表には scale design 機能の全測定値が整理して表示されます。

見出し列（「TONE」）

- 「i」列（行通し番号）：データ行の連番。
- 「No.」列：音番号。通常は A0 を 1 として数えますが、ベーゼンドルファー・インペリアルのように A0 より左に拡張鍵盤がある場合は、A0 から左へ向かってローマ数字（I、II、III …）で最左端まで付番されます。
- 「NOTE」列：音名（例：A0、C4）。
- 「StrNo.」列：通し弦番号（最低音の第1弦から上へ向かって連番）。
- 「B/T」列：音域区分（B＝巻線の低音域［Bass］、T＝中・高音域［Treble］）。
- 「CH」列：その音の弦本数（1本弦／2本弦／3本弦）。

測定値列

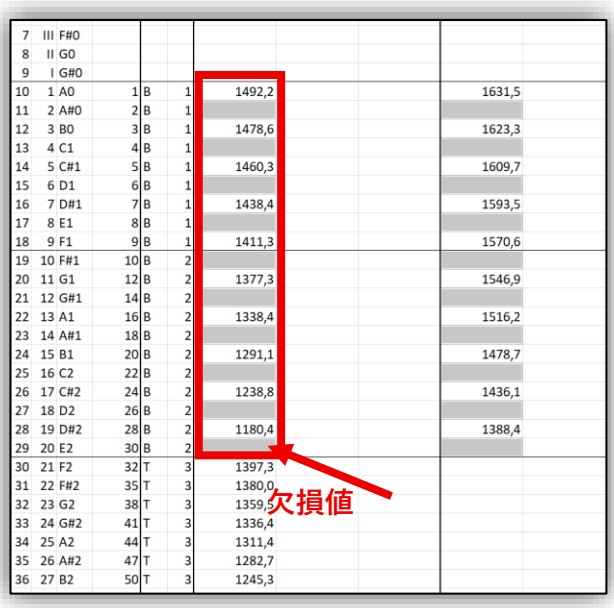
続いて4つの主要測定パラメーター列が並びます。

- SPEAKING LEN (S) [mm]：有効弦長
- TOTAL LEN (B) [mm]：全弦長
- DOWBEARING (D) [mm]：駒圧（持ち上がり量）
- REAR LEN (A) [mm]：後部弦長。

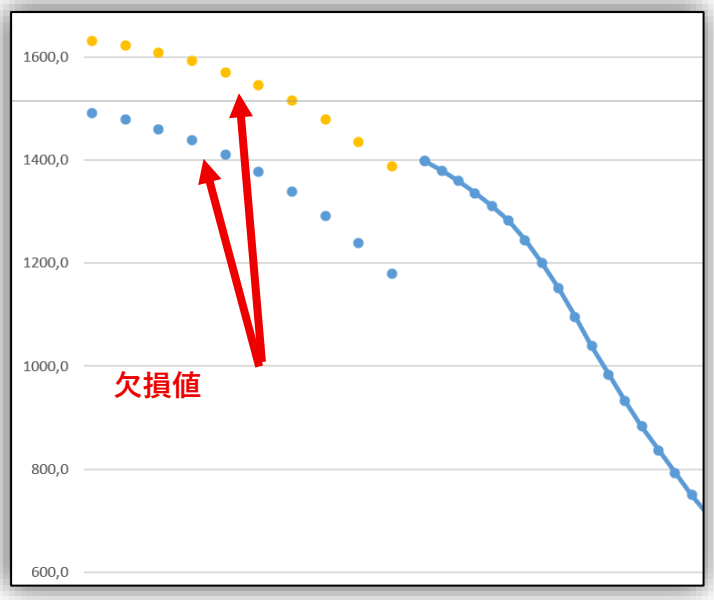
各主要列はさらに第1弦・第2弦・第3弦を表す小列「I」「II」「III」に分かれており、1つの音に属するすべての弦の測定値が1行に横並びで表示されます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

欠測値の補間



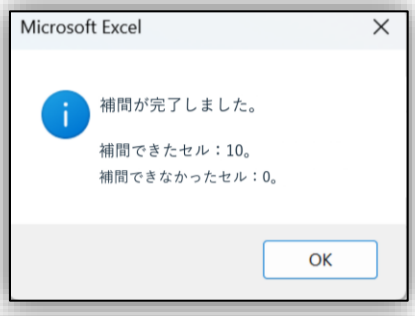
7	III F#0						
8	II G0						
9	I G#0						
10	1 A0	1	B	1	1492,2		1631,5
11	2 A#0	2	B	1			
12	3 B0	3	B	1	1478,6		1623,3
13	4 C1	4	B	1			
14	5 C#1	5	B	1	1460,3		1609,7
15	6 D1	6	B	1			
16	7 D#1	7	B	1	1438,4		1593,5
17	8 E1	8	B	1			
18	9 F1	9	B	1	1411,3		1570,6
19	10 F#1	10	B	2			
20	11 G1	12	B	2	1377,3		1546,9
21	12 G#1	14	B	2			
22	13 A1	16	B	2	1338,4		1516,2
23	14 A#1	18	B	2			
24	15 B1	20	B	2	1291,1		1478,7
25	16 C2	22	B	2			
26	17 C#2	24	B	2	1238,8		1436,1
27	18 D2	26	B	2			
28	19 D#2	28	B	2	1180,4		1388,4
29	20 E2	30	B	2			
30	21 F2	32	T	3	1397,3		
31	22 F#2	35	T	3	1380,0		
32	23 G2	38	T	3	1359,9		
33	24 G#2	41	T	3	1336,4		
34	25 A2	44	T	3	1311,4		
35	26 A#2	47	T	3	1282,7		
36	27 B2	50	T	3	1245,3		



測定作業を短縮するため、一定の規則で一部の弦を飛ばしながら測定し、個別測定の回数を減らすことができます。



ヒッチピン列や駒ピン列は滑らかな曲線上に並んでいることが多いため、飛ばした弦の前後を測定して補間計算で求めるだけでも実務上十分に高い精度が得られます。どの程度の精度が必要かは技術者が状況に応じて判断してください。



このように測定時に1音おきなどでヒッチピンや駒ピンを飛ばすと表に空きセルが生じ、それらを後から補間で埋めることができます。

表の灰色のセルは欠測値を示します。

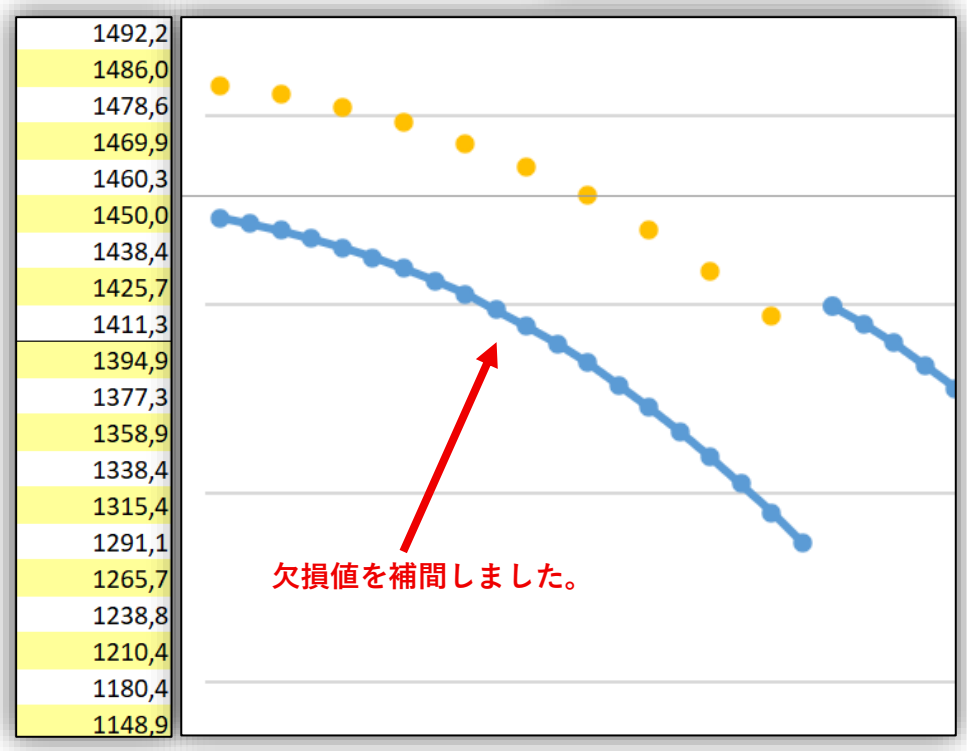
セル範囲を選択し、Select Quadratic Interpolation Range をクリックすると、空きセルに補間値が入力されます。

表内では、補間処理を施した

数値を黄色で示しています。

この図から、これら欠落している点がどのようにして既存の線を補完し、曲線をより滑らかにするのかがはっきりとわかります。

重要：補間は音域境界や特殊な構造変化のある重要箇所での実測に代わるものではなく、規則的な区間での測定時間を短縮するための補助機能です。

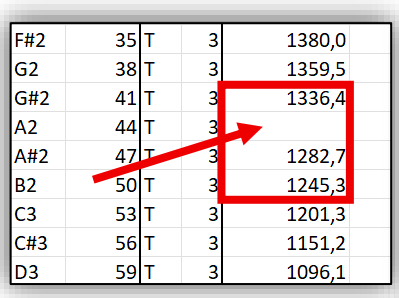


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

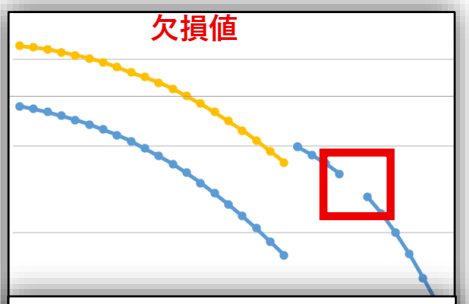
二次補間（実測3点と空きセル1つ）

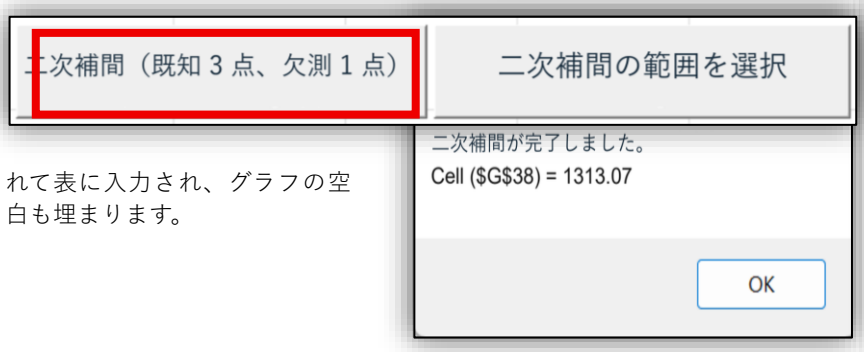
響鳴部や鉄骨の支柱などの部品に隠れてレーザー光が測定点に届かず、特定の1本だけが測定できないことがあります。このような単発の欠測値には2つ目の補間方法を使用します。

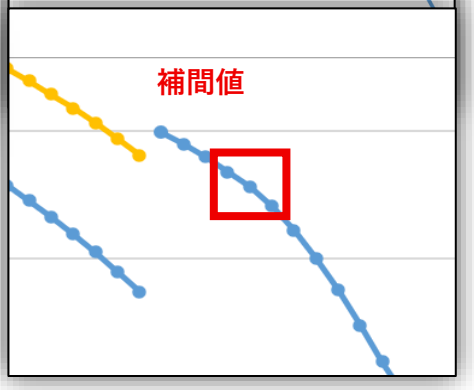
空きセルを含む連続した4セル（実測値3つ）を選択し、対応する補間ボタンをクリックします。欠測値が計算されて表に入力され、グラフの空白も埋まります。

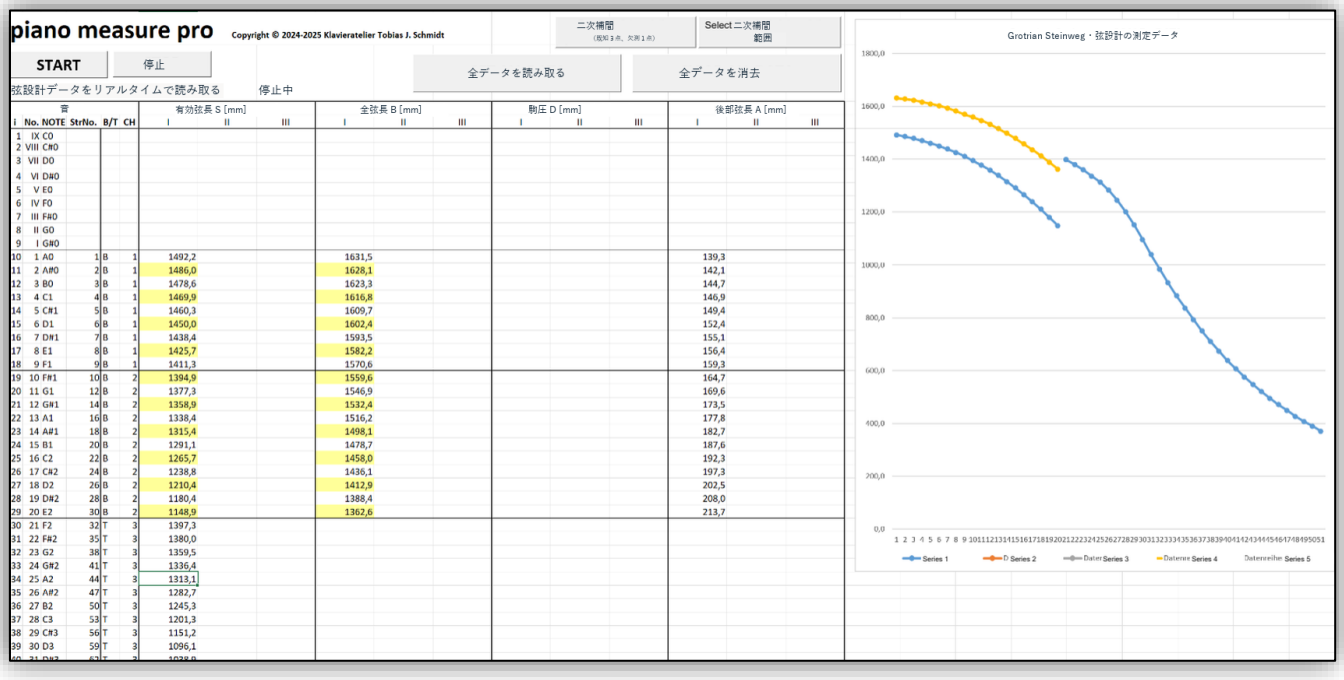


F#2	35	T	3	1380,0
G2	38	T	3	1359,5
G#2	41	T	3	1336,4
A2	44	T	3	
A#2	47	T	3	1282,7
B2	50	T	3	1245,3
C3	53	T	3	1201,3
C#3	56	T	3	1151,2
D3	59	T	3	1096,1









音				有効弦長 S [mm]			全弦長 B [mm]			駒圧 D [mm]			後部弦長 A [mm]		
	No.	NOTE	StrNo.	B/T	CH	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	IX	C0															
2	VIII	C#0															
3	VII	D0															
4	VI	D#0															
5	V	E0															
6	IV	F0															
7	III	F#0															
8	II	G0															
9	I	G#0															
10	1	A0	1	B	1	1492,2			1631,5						139,3		
11	2	A#0	2	B	1	1486,0			1628,1						142,1		
12	3	B0	3	B	1	1478,6			1623,3						144,7		
13	4	C1	4	B	1	1469,9			1616,8						146,9		
14	5	C#1	5	B	1	1460,3			1609,7						149,4		
15	6	D1	6	B	1	1450,0			1602,4						152,4		
16	7	D#1	7	B	1	1438,4			1593,5						155,1		
17	8	E1	8	B	1	1425,7			1582,2						156,4		
18	9	F1	9	B	1	1411,3			1570,6						159,3		
19	10	F#1	10	B	2	1394,9			1559,6						164,7		
20	11	G1	12	B	2	1377,3			1546,9						169,6		
21	12	G#1	14	B	2	1358,9			1532,4						173,5		
22	13	A1	16	B	2	1338,4			1516,2						177,8		
23	14	A#1	18	B	2	1315,4			1498,1						182,7		
24	15	B1	20	B	2	1291,1			1478,7						187,6		
25	16	C2	22	B	2	1265,7			1458,0						192,3		
26	17	C#2	24	B	2	1238,8			1436,1						197,3		
27	18	D2	26	B	2	1210,4			1412,9						202,5		
28	19	D#2	28	B	2	1180,4			1388,4						208,0		
29	20	E2	30	B	2	1148,9			1362,6						213,7		
30	21	F2	32	T	3	1397,3											
31	22	F#2	35	T	3	1380,0											
32	23	G2	38	T	3	1359,5											
33	24	G#2	41	T	3	1336,4											
34	25	A2	44	T	3	1313,1											
35	26	A#2	47	T	3	1282,7											
36	27	B2	50	T	3	1245,3											
37	28	C3	53	T	3	1201,3											
38	29	C#3	56	T	3	1151,2											
39	30	D3	59	T	3	1096,1											

巻線製作用の寸法シート

さらに「SCALE_BASS」シートが用意されています。このシートには巻線（低音部）の測定値が自動転記され、巻線メーカーの発注書式に適合した専用レイアウトで一覧表示されます。

巻線の製作にメーカーが必要とする寸法は次の2項目です。

- 後部弦長 A（mm）
- 全弦長 B（B [mm]）

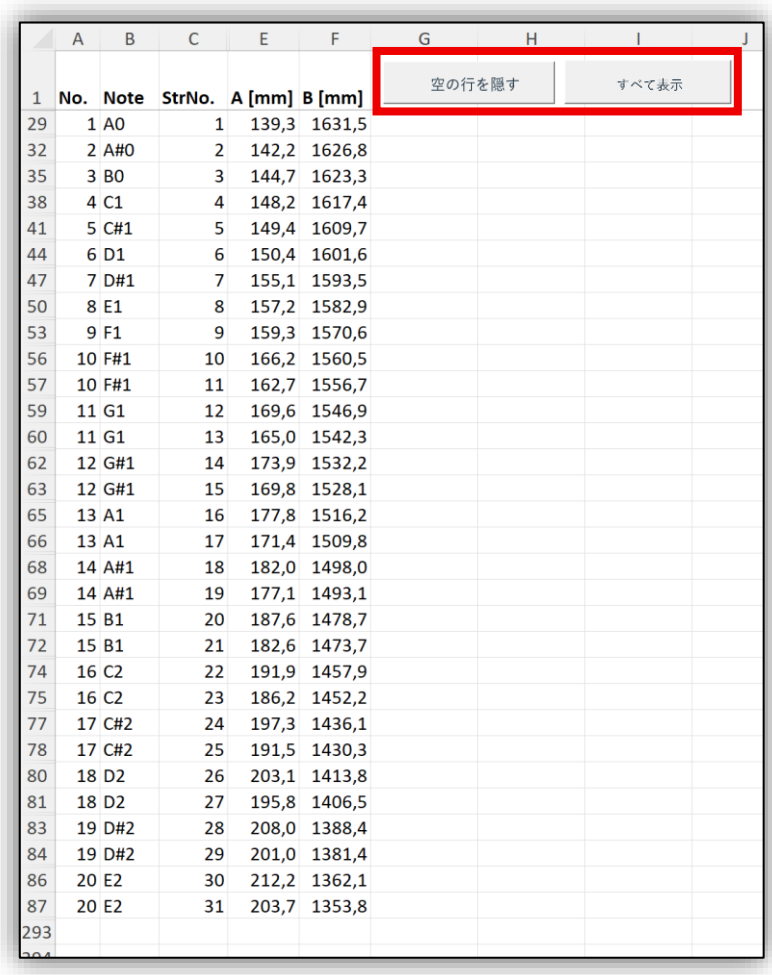
これらに最低・最長弦から始まる通し弦番号（StrNo.）が付与されます。有効弦長や駒圧など発注に不要で混乱を招く項目は省かれているため、この表をそのまま巻線メーカーへ送付できます。

「SCALE_BASS」ワークシートの構造は、「SCALE_DATA」ワークシートとは異なります：

ある音に対する各弦の測定値は、並んで表示されるのではなく、順番に並べて表示されます。単弦楽器や二弦楽器の場合、これら3本の弦に測定値がないため、空行が生じます。

表を見やすく整理するため、次の2つのボタンが用意されています。

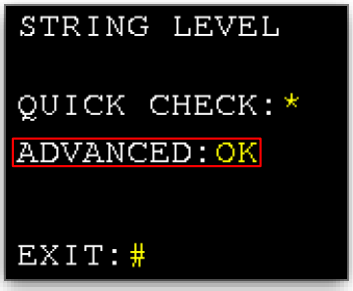
- 「Hide empty」ボタン：すべての空き行を非表示にします。
- 「Show all」ボタン：非表示にした行を含め、すべての行を再表示します。



	A	B	C	E	F	G	H	I	J
1	No.	Note	StrNo.	A [mm]	B [mm]				
29	1	A0	1	139,3	1631,5				
32	2	A#0	2	142,2	1626,8				
35	3	B0	3	144,7	1623,3				
38	4	C1	4	148,2	1617,4				
41	5	C#1	5	149,4	1609,7				
44	6	D1	6	150,4	1601,6				
47	7	D#1	7	155,1	1593,5				
50	8	E1	8	157,2	1582,9				
53	9	F1	9	159,3	1570,6				
56	10	F#1	10	166,2	1560,5				
57	10	F#1	11	162,7	1556,7				
59	11	G1	12	169,6	1546,9				
60	11	G1	13	165,0	1542,3				
62	12	G#1	14	173,9	1532,2				
63	12	G#1	15	169,8	1528,1				
65	13	A1	16	177,8	1516,2				
66	13	A1	17	171,4	1509,8				
68	14	A#1	18	182,0	1498,0				
69	14	A#1	19	177,1	1493,1				
71	15	B1	20	187,6	1478,7				
72	15	B1	21	182,6	1473,7				
74	16	C2	22	191,9	1457,9				
75	16	C2	23	186,2	1452,2				
77	17	C#2	24	197,3	1436,1				
78	17	C#2	25	191,5	1430,3				
80	18	D2	26	203,1	1413,8				
81	18	D2	27	195,8	1406,5				
83	19	D#2	28	208,0	1388,4				
84	19	D#2	29	201,0	1381,4				
86	20	E2	30	212,2	1362,1				
87	20	E2	31	203,7	1353,8				
293									

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8 「string level」ADVANCED：弦とアグラフの高さ調整

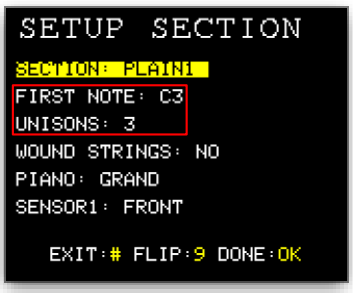


「string level」の拡張機能では、連続した区間で弦とアグラフ1つずつの高さを測定します。PMP は測定ごとに固定の基準を設定し、高さの差を表示して後の調整を支援します。弦の測定とアグラフの測定は同じメニューから開きます。

8.1 起動と共通機能メニュー

1. ADVANCED を開く

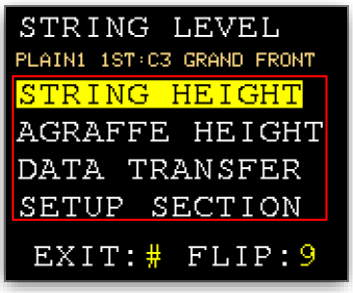
メインメニューで string level を選択します。開始画面で ADVANCED:OK を選ぶと拡張機能が開きます。QUICK CHECK:* を選ぶと、同音弦群のその場での簡易確認を行えます。詳しくは第6章「string level」QUICK CHECK を参照してください。



2. 測定区間を設定する

初回は SETUP SECTION が表示されます。↑/↓ で項目を選び、←/→ で設定します。図の例では PLAIN1、FIRST NOTE:C3、UNISONS:3、GRAND を選択しています。DONE:OK で設定を確定します。各項目は「測定区間と弦のデータ」を参照してください。

3. 測定項目を選択する



上下キー（↑ / ↓）で弦用の STRING HEIGHT またはアグラフ用の AGRAFFE HEIGHT を選択し、OK で開きます。DATA TRANSFER はデータ転送を開きます。SETUP SECTION を選ぶと区間設定に戻ります。ヘッダー行には区間、開始音、楽器タイプ、センサー配置が表示されます。サブメニューからは BACK:# で戻り、EXIT:# でこの機能メニューを終了します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.2 ガイドレールとセンサーの準備

目的の測定ライン上で弦を測定する

ガイドレールを対象の弦区間に対して横向きに置き、ずれないように固定します。センサーは、打弦ラインなどの同一の測定ライン上ですべての弦の上を通過するようにします。この測定ラインは、初回測定とその後の確認スキャンを通して維持してください。

SENSOR 1 の使用を推奨します。SENSOR 2 も使用できます。区間の両端でセンサーの高さを確認し、最初と最後の弦またはアグラフが測定範囲に余裕を持って収まるように調整します。表示を 0.00 mm に合わせる必要はありません。測定を始める前に、両端の間も測定範囲に収まることを確認します。

ガイドレールは弦面と厳密に平行である必要はありません。重要なのは、安定した設置、一定の測定経路、そして一連の測定を通して支持位置を変えないことです。センサーは区間全体にわたってゆっくりと一方向に移動させてください。

アグラフの曲線に沿って測定する

測定するアグラフ区間の上にガイドレールを横向きに置きます。右側はグランドピアノの側板（リム）に敷いた滑り止めマット上、または固定治具の上に載せます。この右側支持点は測定中同じ位置に固定され、回転の支点となります。左側は摩擦の少ない柔らかいカシミアクロス（フェルト）の上に載せます。

アグラフは弧を描くように配置されていることが多いため、センサーをレールに沿って移動させながら、同時に左側のレール端をフェルト上で前後へ繊細にずらして追従させます。これにより、各アグラフの中央にレーザースポットを保てます。右側の支持点は動かさないでください。

レーザーは真上からアグラフ上面に当ててください。各アグラフのできるだけ同じ中央位置で測定します。縁の部分、弦穴、アグラフ間の隙間は高さ測定の対象外です。

楽器タイプとセンサー配置を正しく設定する

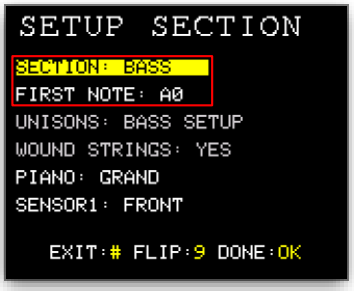
SETUP SECTION で、グランドピアノの場合は PIANO:GRAND、アップライトピアノの場合は UPRIGHT を選択します。この設定により、測定面をどちら側から計測するかが考慮されます。SENSOR1 または SENSOR2 は使用するセンサーを示し、FRONT/REAR は実際の取り付け向きと一致させる必要があります。

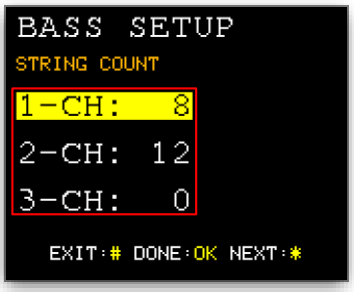
FRONT はガイドレールの演奏者側（手前側）にセンサーがある配置、REAR は反対側（奥側）に向きを反転させた配置を指します。これは「key level」で白鍵側から黒鍵側へ向きを変える操作と同じです。数字キー 9 でディスプレイ表示を回転できます。測定前に配置を確認し、一連の測定中は変更しないでください。

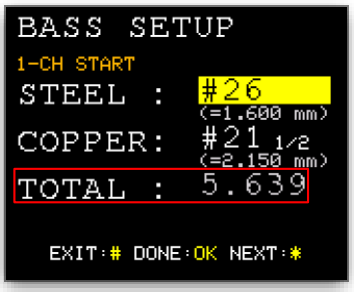
重要なお知らせ：初回測定、確認測定、および調整作業の間は、支持位置、センサー高さ、測定ラインを変えないでください。アグラフ測定時は、左側のレール端のみアグラフの曲線に合わせて追従させます。設置状態を変更した場合は、新たに基準を取得してください。FRONT/REAR の設定は機械的な位置合わせの代わりにはなりません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.3 測定区間と弦データ







1. 低音部と開始音を選択する

SECTION:BASS は巻線を使用する低音部向けの設定です。FIRST NOTE には、後から高音側からスキャンを開始する場合であっても、常に選択区間全体の最低音を指定します。スタインウェイB型の例では A0 です。音名を指定しない場合は「--」となり、測定箇所は通し番号のみで表示されます。

2. 各弦群の音数を入力する

DONE:OK を押すと BASS SETUP が開きます。STRING COUNT には個別の弦の本数ではなく、各弦群の音数（鍵数）を入力します。1-CH は1本弦（単弦）、2-CH は2本弦、3-CH は3本弦を意味します。該当しない区分は 0 にします。

この例では1本弦が8音、2本弦が12音の低音部構成となっており、音数・アグラフ数は20ですが、個別の弦の本数は32本です。この区別は、後のカウンター確認時に重要になります。

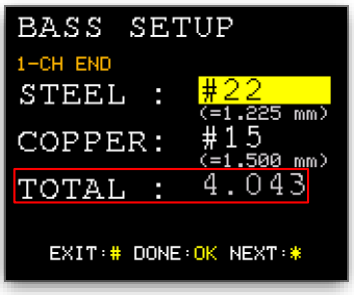
3. 各区分の両端の弦径を設定する

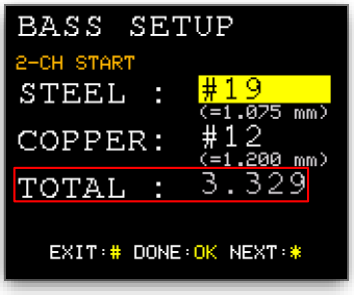
NEXT:* で存在する各弦群の START および END 画面へ切り替えます。上下キー（↑ / ↓）で項目を選び、左右キー（← / →）で値を変更します。STEEL は芯線（ミュージックワイヤー）の番手、COPPER は銅線の番手です。対応する線径がその下に表示され、TOTAL に算出された総外径が表示されます。

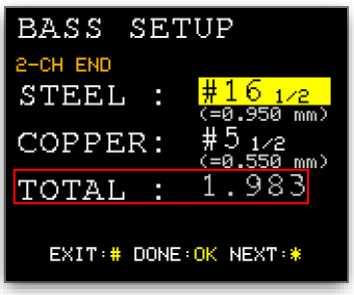
どの画面からでも DONE:OK を押すと、再度開いていないページの内容も含め設定データ全体が反映されます。EXIT:# は入力を中止します。設定した弦データは次回呼び出し時にも保持されますが、これは保存された高さ測定データそのものではありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.4 低音弦スケールの例：スタインウェイB型







開始値と終了値を入力する

この例ではスタインウェイB型の弦スケールを使用しています。別の楽器を測定する場合は、その楽器の実際の弦スケールを入力してください。

PMPでは、各弦群の開始値と終了値のみを入力します。

PMP画面	STEEL	銅
1-CH START（シングルストリングセットの開始点）	26.0	21.5
1-CH END（シングルストリングセクションの終点）	22.0	15.0
2-CH START（デュアルストリングスの開始点）	19.0	12.0
2-CH END（ダブルストリングエンド）	16.5	5.5

中間の値は各弦群内で自動的に段階補間されます。番手が変わる箇所を一つずつ入力する必要はありません。

番手とミリメートル値を区別する

COPPER（銅線）では、たとえば番手 21.5 が銅線径 2.15 mm に対応します。一方、芯線の番手（STEEL）はミリメートル値ではありません。
総外径が分かっている場合は、COPPER を「MANUAL」まで戻し、TOTAL を直接入力できます。その場合でも芯線（STEEL）の値は引き続き必要です。必ず実際に測定する楽器の数値のみを使用してください。

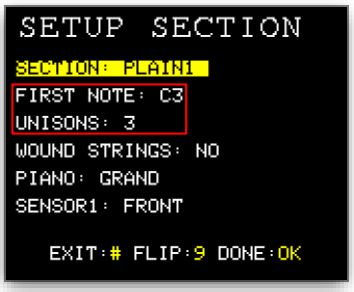
弦とアグラフで共通のデータを使用する

共通の低音弦スケールは STRING HEIGHT と AGRAFFE HEIGHT の両方で使用されます。これにより、弦径の違いを考慮して高さを評価できます。この例では、常に低音部全体の20音とそれに対応する32本の弦を測定します。

スケールデータを変更した場合は、該当する区間を新たに測定し直してください。以前に取得した測定結果を、後から変更した設定条件で評価してはいけません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

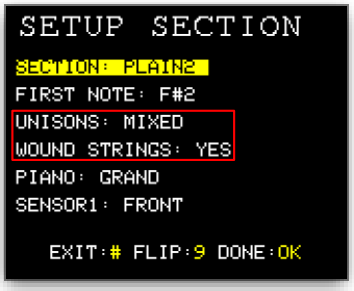
8.5 裸線区間と混在区間



1. 裸線のみの区間を設定する

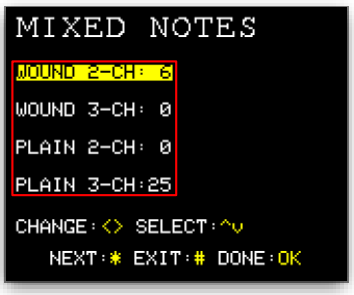
裸線区間には PLAIN1 ～ PLAIN8 を選択します。WOUND STRINGS:NO の場合、UNISONS で弦群の本数（2 または 3）を設定します。1回の測定内では弦群の本数は一定となります。2本弦と3本弦が切り替わる場合は、別の区間として測定してください。

裸線のみの区間では、弦径や音数を入力する必要はありません。音数は実際に測定された完全な同音弦群の数から自動的に決まります。FIRST NOTE にはやはりその区間の最低音を指定します。



2. 移行部の巻線を含む区間を設定する

裸線区間の先頭に巻線の移行弦が含まれている場合は、WOUND STRINGS:YES を選択します。すると UNISONS に MIXED と表示されます。DONE:OK を押すと、巻線部と裸線部の共通設定画面へ進みます。



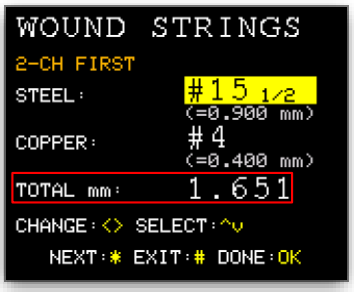
3. 4つのグループごとに音数を入力する

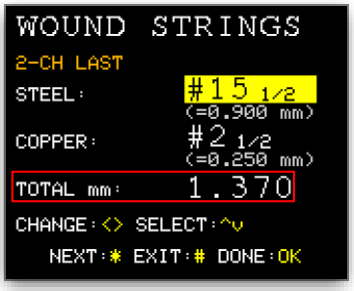
MIXED NOTES 画面で、WOUND 2-CH、WOUND 3-CH、PLAIN 2-CH、PLAIN 3-CH の各音数を入力します。該当しないグループは 0 にします。これらのグループは低音側から高音側へこの順番で並びます。

この設定例は6音の2本弦巻線から始まり、その後に25音の3本弦裸線が続きます。そのため WOUND 2-CH に 6、PLAIN 3-CH に 25 を入力し、残りの2グループは 0 のままにします。合計は31音（アグラフ31個）、個別の弦は87本になります。裸線部が C3 から始まる場合、混在区間全体の FIRST NOTE は F#2 です。以下の弦測定の例では、そのうち C3 から C5 までの裸線部全体を示しています。

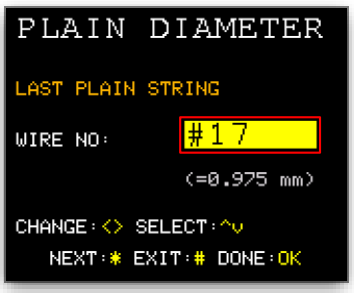
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.6 混在区間の弦径









1. 移行部の巻線を設定する

NEXT:* で存在するグループを順に進めます。巻線の各弦群グループについて FIRST と LAST の値を入力します。この例では6音の2本弦巻線が対象となり、3本弦巻線は 0 に設定されているため入力は省略されます。STEEL、COPPER、TOTAL の扱い方は低音部と同じです。ここでも入力対象は個別の弦本数ではなく音数です。

2-CH FIRST で最初の巻線として STEEL #15 1/2、COPPER #4 を設定します。TOTAL には約 1.651 mm が表示されます。

NEXT:* で 2-CH LAST に進みます。最後の巻線では STEEL を #15 1/2 のままにし、COPPER を #2 1/2 に設定します。TOTAL には約 1.370 mm が表示されます。

2. 最初の裸線を指定する

FIRST PLAIN STRING で最初の裸線の弦番手を設定します。例では WIRE NO:#20 を選択しており、その下に対応する線径 1.125 mm が表示されます。入力するのはミリメートル値ではなく弦番手です。

3. 最後の裸線を指定して確定する

LAST PLAIN STRING で最後の裸線の線番を設定します。図の例は WIRE NO:#17 で、直径は 0.975 mm です。DONE:OK で入力を確定します。両端の間の線径は自動で段階的に割り当てられます。

これらの設定は、この区間の弦高測定とアグラフ高さ測定の両方に共通して適用されます。これによりPMPは混在区間全体を一貫して評価できます。そのため、音数や弦径の入力に誤りがあると評価全体に影響します。

重要なお知らせ：PLAIN1 ～ PLAIN8 は測定区分の識別名であり、PMP本体内に恒久保存される測定データスロットではありません。データを保管する場合は、新しい測定を開始する前や電源を切る前に必ず転送・保存してください。

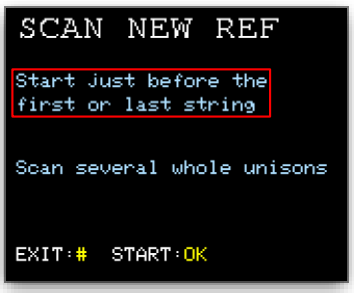
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.7 弦高の直接測定



1. 新しい弦の基準測定を開く

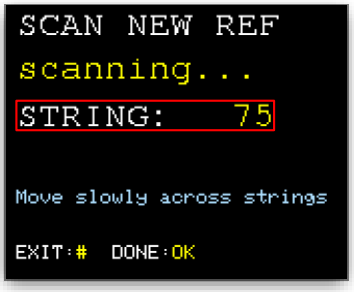
共通機能メニューで STRING HEIGHT を選択します。SCAN NEW REF を選ぶと新しい測定を開始します。PLAY & ADJUST は、対応する測定が完了している場合にのみ選択できます。裸線のみの区間では SCAN NEW REF から直接開始画面へ進みますが、低音部ではまず DIRECT SCAN を選択します。



2. 端の弦のすぐ手前から開始する

レーザースポットを選択区間の最初または最後の弦のすぐ手前に合わせ、START:OK を押します。その後、一方向にゆっくりとすべての対象弦の上を通過させます。最初の弦の上で止めず、必ず完全に通過してください。

裸線のみの測定では、少なくとも3音分（3つの完全な同音弦群）が必要です。ここで続けて用いる実例では、前述の混在区間のうち裸線部全体（C3 ～ C5 の3本弦25音、計75本）を測定しています。低音部および混在区間では、常にセットアップで設定した音列全体を測定してください。



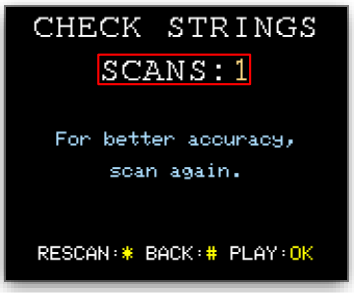
3. 測定を完全に終了する

STRING には検出された個別の弦本数がカウントされます。最後の弦を通過した後、その先の空間まで移動してから DONE:OK を押してください。カウント数は区間の本数と一致している必要があります（裸線の例では 75、混在区間全体では 87、低音部の例では 32）。

SCAN TOO FAST が表示された場合は、よりゆっくりスキャンし直してください。SCAN ONE WAY ONLY は途中で移動方向が反転したことを示します。本数が合わない場合や弦群構成が一致しない場合は、設定内容とスキャン範囲全体を通過できているかを確認してください。エラー画面からは BACK:# で戻ります。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

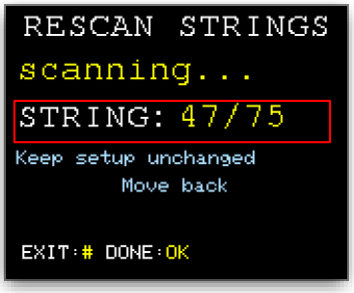
8.8 弦スキャン結果の確認



確認スキャンを開始する

最初のスキャン後、CHECK STRINGSには「より正確な結果を得るために、再度スキャンしてください」と表示されます。SCANSおよび1では最初の完全なスキャン結果が確認できます。センサーは現在到達した位置のままにして、*を押してください（RESCANおよび*も同様に）。同じ文字列を逆方向にゆっくりと再スキャンしてください。以降のスキャンでは再度*を押して逆方向にスキャンしてください。レールやサポート、およびセンサーの高さは変更しないでください。

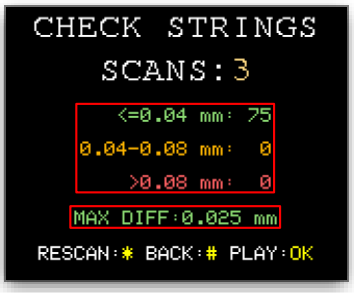
逆方向に区間全体を通過する



確認スキャンは、どちらの移動方向でも、最初に通過する弦のすぐ手前から開始します。そのまま測定済み区間全体を方向転換せずにゆっくり通過させます。支持位置、センサー高さ、測定ラインを維持し、テープ測定の場合はテープもそのままの状態にしておきます。進行表示には再検出された弦の本数がカウントされます。

不完全な確認スキャンは有効な測定として採用されません。RESCAN ERROR が表示された場合は BACK:# で戻り、端の位置へ移動して再度 RESCAN:* を開始してください。

結果を比較する

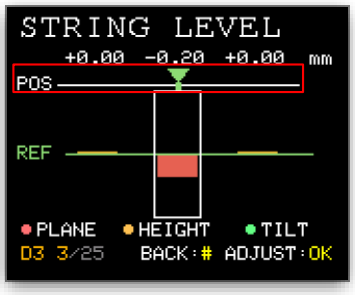


色分けされた各行は、再測定した弦高とこれまでの測定値との差を示します。MAX DIFF は最大のばらつきです。3回スキャン後の例では75本すべてが緑判定で最大差 0.025 mm となっており、再現性の高い測定が確認できます。ただし、低く下がっている弦であっても毎回同じ値として再現されるため、弦群が水平かどうかは次の PLANE・HEIGHT・TILT 画面で確認します。

PMPは整合する繰り返し測定を平均化に使用します。UNCLEAR はまだ明確な比較基準が定まっていないことを示し、追加の完全スキャンによって解消できます。ESTIMATED は近似的に算出された弦の値が含まれることを示します。PLAY:OK で次へ進み、続くデータ転送は実行またはスキップできます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.9 PLAYでの弦高評価



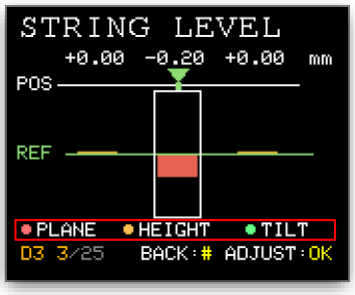
記録された弦高を表示する

測定済み区間内でセンサーを任意の音へ移動すると、PLAY 画面にその同音弦群の記録済み高さが表示されます。下部には音名と順番が表示され、この例では25音中3番目の D3 を示しています。再スキャンせずに値をすぐ読み取れます。

幅の広い棒はそれぞれ1本の弦を表します。緑の REF 線は区間の固定基準です。正の値は基準より高く、負の値は基準より低いことを示します。白枠は選択中の弦です。

図の例では左右の弦が 0.00 mm、中央の弦が −0.20 mm です。中央が明らかに低く、PLANE は赤、HEIGHT はオレンジ、TILT は緑になります。

POS は弦の中央位置へ合わせるための補助表示です。三角マーカーの先端が中央の印に一致するようにセンサーを動かすと、中央で緑に変わります。OUTSIDE REFERENCE は、センサーが測定済み区間の外にあることを示します。



3つの独立した判定ランプを読み取る

PLANE は3本弦において、中央の弦が両外側の2本を結ぶ直線上に並んでいるかを評価します。まずこの凹凸を最優先で確認してください。3本全体が一様に傾いているだけでは PLANE エラーにはなりません。中央の弦だけが突出したり沈んだりしていると、平らなハンマー打弦面に3本同時に当たらず、ハンマーヘッドのファイリングでは適切に補正できません（打弦面を不均等に削る必要が生じてしまいます）。そのため、最初に弦群を同一平面上にそろえることが最重要であり、PLANE が最優先となります。

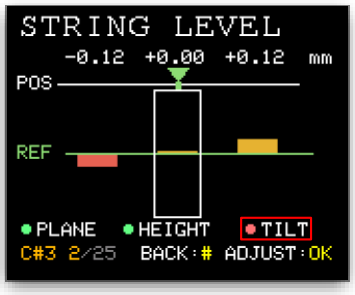
HEIGHT は、同音弦群の平均高さが固定基準に対してどの位置にあるかを評価します。これにより、隣接音間の高さの差も把握でき、アクション整調（特にレットオフ整調）への影響を確認できます。まず弦群内の平面性を確保してから、全体の高さを評価してください。高さが均一であるほど整調がしやすくなるため、HEIGHT が第2の優先項目となります。

TILT は両外側の弦の間の傾き（弦群の左右傾斜）を評価します。一様な傾きであれば、平面を保ったままハンマー打弦面の角度を合わせて対応することも理論上は可能です。調整の手間は増えますが、中央の弦だけが上下にずれている状態とは性質が異なります。そのため、TILT は PLANE と HEIGHT の次に評価します。

緑はわずかな差、オレンジは注意が必要な差、赤は大きなずれを示します。灰色は評価対象外またはデータなしを意味します（PLANE は完全な3本弦のみ、TILT は2本弦以上で有効です）。各バーはどの弦を調整すべきか判断するための目安であり、PMP が原因弦を断定するものではありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

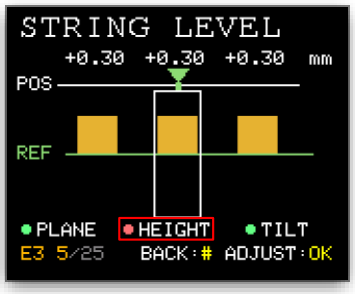
例：全体が一様に傾いた同音弦群



C#3 は測定した裸線区間の2番目の音です。3本の弦は -0.12 / 0.00 / +0.12 mm にあります。中央の弦は両外側の弦を結ぶ線上にぴったり並んでいるため、弦群内は平面であり PLANE は緑です。平均高さも基準に一致しているため HEIGHT も緑です。両外側の弦間の大きな傾きにより、TILT のみが赤になっています。

この例は、3つの判定ランプを個別に評価する理由を示しています。傾いていても平面であれば、角度を合わせた平らなハンマー打弦面で3本同時に打弦できます。まず弦の配置とハンマーの当たり方を確認し、必要な調整を専門的に判断してください。

例：同音弦群全体が高すぎる場合



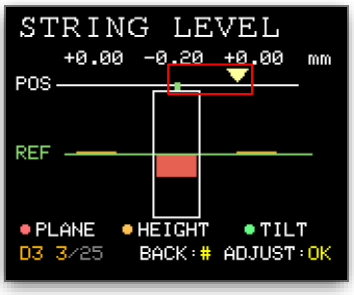
同じ区間の5番目の音である E3 では、3本すべての弦が +0.30 mm にあります。弦群内は平らで傾きもないため、PLANE と TILT は緑です。しかし弦群全体が固定基準より高いため、HEIGHT が赤になります。

この全体的な高さの差はレットオフ整調において重要です。作業台上で直尺を使い、隣接音の弦高に合わせた一定の基準でアクションを整調しても、実機では E3 の3本が 0.30 mm 高い位置にあります。その結果、直尺基準で 1.50 mm に調整したレットオフが、楽器内では約 1.80 mm となり、隣接音より 0.30 mm 広くなってしまいます。

したがって、PLANE が緑であるだけでは十分ではありません。隣接する同音弦群との全体的な高さの差も確認し、アクション整調に反映させてください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.10 ADJUSTによる弦高調整

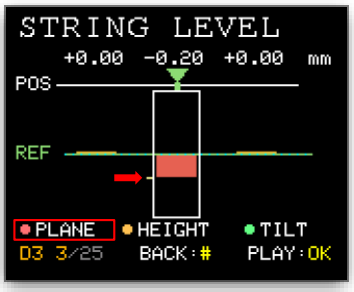


位置表示の見方

白色のPOS線の中央にある緑色のマークは、スキャン中に見つかった弦の中心位置を示しています。下を指している三角形は、センサーがその中心に対してどの位置にあるかを示しており、センサーを動かすと、このマークも左または右に移動します。

上部のディスプレイには、黄色いポインターが依然として中央のマークの右側に位置しています。センサーを動かして、ポインターが緑色のマークを指すようにしてください。ポインターの先端が中央に来たら、ポインターの色も緑色に変わります。下部のディスプレイには、「調整（ADJUST）」機能を有効にした後のポインターの位置が表示されます。

正確な高さ測定には、レーザーが円形断面の弦の頂点に当たっている必要があります。左右にずれると弦側面の低い位置を測ってしまいます。そのため、中央位置へ慎重に合わせてください。POS はスキャン時に記録した位置を再確認するための表示であり、弦の中央をリアルタイムに再探索するものではありません。レールが動いたり弦が横ずれしたりした場合は、測定をやり直してください。

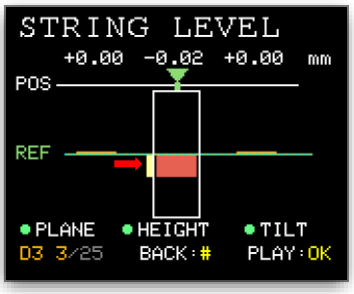


弦の中央でADJUSTを開始する

調整したい弦の中央にセンサーを合わせ、ADJUST:OK を押します。PMPはその位置を基準としてリアルタイムの変化量を表示します。弦間の隙間上で OK を押した場合は、有効な弦の中央位置に到達した時点で基準が設定されます。

下の図は調整開始時の状態です。中央の弦は両外側の弦より 0.20 mm 低いままで、PLANE は赤になっています。弦を調整する間は、センサーをこの中央位置に静止させておきます。赤い矢印が指す幅広バー左横の小さな黄色の点は起点であり、弦を動かすとここから細い黄色の LIVE バーが伸びます。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

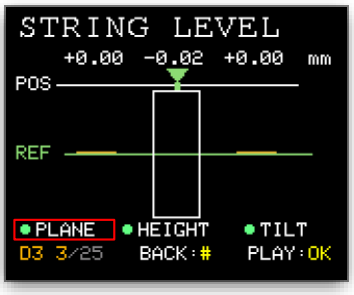


弦を持ち上げながらライブ表示で確認する

弦上げ工具で中央の弦を適切に持ち上げます。上図の例では -0.20 mm から -0.02 mm に上がっています。赤い矢印が指す細い黄色の LIVE バーで、元の測定値を示す幅広の棒からの変化を確認できます。数値と判定ランプは調整中の値を示し、この例では緑になっています。水色の点線は、記録した同音弦群の最も高い弦の位置を示す目安です。目標高さとして指定された値ではありません。

同音弦群を再度スキャンして修正結果を確認する

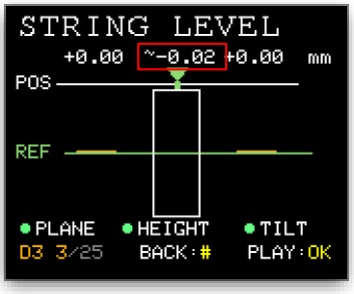
ADJUST を有効にしたまま、その同音弦群の端の弦のすぐ手前へ移動し、3本すべての弦の上をゆっくり通過させます。これにより幅広バーも新しい値に更新されます。中央の図では 0.00 / -0.02 / 0.00 mm となり、3つの判定ランプすべてが緑になっています。持ち上げた中央の弦は、両外側の弦を結ぶ線上にほぼ一致しています。



すべての数値を機械的にゼロにすることだけを目的にせず、3つの評価を総合的に見て専門的に判断してください。高さの差が大きい場合は、アグラフの確認が必要になることもあります。PLAY:OK を押すと ADJUST を終了し、元の記録済み測定画面に戻ります。最終的な全体確認には、新しく区間全体を再スキャンしてください。

近似値表示の見分け方

数値の前の「~」は、近似的に求められた弦の値であることを示します。下の図では、修正後の同じ弦群で ~-0.02 mm と表示してこの記号を説明しており、追加の調整手順を示すものではありません。気になる値が出た場合は、測定箇所と再現性を慎重に確認してください。なお、現在のデータ転送では「~」記号を除いた数値のみが転送されます。



センサーを移動させると静止表示は中断されます。ADJUST モード中に弦を完全に通過させるとその弦を再測定できますが、基準自体は意図的に ADJUST を終了するまで維持されます。同じ弦に戻しても新たにゼロ設定されるわけではないため、混同しないよう注意してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.11 テープを用いた低音弦の測定



1. WITH TAPE を選択する

巻線の低音弦では、DIRECT SCAN のほかにテープ測定法を使用できます。この方法では、弦の位置検出と実際の高さ測定を2段階に分けて行います。STRING HEIGHT で SCAN NEW REF を選び、続いて WITH TAPE を選択します。

なぜ低音弦でテープを使うのか：光沢のある銅巻線の表面は細かな曲面が連続しているため、レーザー光の当たり方によって反射が不安定になり、直接測定を乱すことがあります。適切なつや消しテープで銅の表面を覆うことで、レーザーに対して均一な測定面を作ることができます。

手順は手早く行えます。最初にテープなしで弦の位置をスキャンし、次に1本の連続したテープを貼って高さを測定します。テープは全長にわたって均一な厚さである必要があります。均一な厚さであれば全体の高さが一律にオフセットされるだけで、弦同士の高さの差には影響しません。

適切なテープの選び方

明るくつや消しで、できるだけ透けない、再剥離可能（糊残りなく剥がせる）と明記されたテープを使用してください。各弦に確実に密着する粘着力を持ちつつ、測定後に糊を残さず剥がせるものが適しています。対象の銅巻線表面に問題がないか、あらかじめ目立たない箇所で確認してください。

テープは高さの異なる各弦にしっかり沿う柔軟性が必要ですが、銅巻線の細かな溝が上面にそのまま浮き出るほど薄く柔らかすぎてもいけません。巻線の上になめらかな測定面を作れるものが理想です。逆に硬すぎて高い弦の間で浮いてしまい、低い弦に密着しないテープも不向きです。

引っ張ったり、しわや重なりができたりしないように貼ってください。各弦の頂点に浮き（空気層）なく密着させ、弦と弦の間の隙間は浮いたままでかまいません。テープを巻線の溝に押し込んだり、弦を下に押し下げたりしないでください。

粘着剤を使わない代替案：静電気で密着するフィルムも市販されています。明るくつや消しで、各弦の頂点に浮きなく密着できるものであれば候補になりますが、丸い銅巻線上での十分な密着性は保証できません。現時点では試験的な代替手段であり、この測定への適合性は未確認です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

2. まずテープなしで開始する

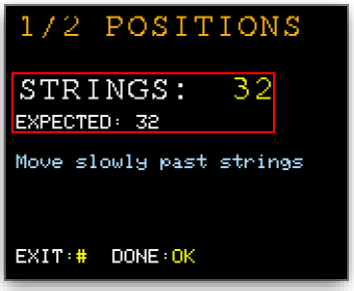
共通の低音部設定が正しいことを確認します。この例でも1本弦8音、2本弦12音の計32本を使用しています。所定の測定ライン上で、最初または最後の弦のすぐ手前に位置合わせしてください。まだテープは貼らずに REC:OK で位置検出スキャンを開始します。



3. すべての弦位置を検出する

1/2 POSITIONS では低音域全体をゆっくり走査します。すべての弦を端まで通過し、最後の弦を越えてその先のすき間まで進んでから DONE:OK を押します。

検出本数は 32 と一致している必要があります。この1回目のスキャンで各弦の横位置を特定し、続くテープ付き高さスキャンで同じ位置を参照します。弦が1本でも抜けている場合は、テープを貼る前に原因を解消してください。不完全な位置検出のままでは次に進めません。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.12 テープを使った高さスキャンの実施



1. 連続した1本のテープを貼る

POSITIONS OK が表示されたら、均一な1本の粘着テープを測定範囲の弦を横切るように貼ります。測定線上ですべての弦に接触させます。弦の頂部で空気が入らないようにし、巻線の溝に押し込んだり弦を押し下げたりしないでください。「適切なテープの選び方」も参照してください。ガイドレール、支持部、センサー高さは変えずに続けます。

測定済み区間の最初または最後の端へ戻り、通過する最初の弦のすぐ手前から REC:OK を押して開始します。



2. すべての高さを測定する

TAPE HEIGHTS 画面で区間全体をゆっくり通過します。表示が再び 32 本の弦を検出していることを確認し、最後の弦を完全に通過した後に DONE:OK を押します。その後、追加の確認スキャンを行える CHECK STRINGS 画面が表示されます。

確認スキャンや継続的な測定の間は、テープを貼ったままの状態を維持してください。RESCAN:* を押すと、記録済みの位置を使って高さスキャンを繰り返せます。その後 PLAY:OK を選び、必要に応じてデータを転送します。完了した弦高データは PLAY & ADJUST で使用できます。



3. 失敗した高さスキャンのみをやり直す

TAPE RETRY は、高さスキャンが完全に成功しなかったことを示します。すでに取得した位置データは保持されます。テープとガイドレールを動かさずに端の位置へ戻り、RETRY:OK を押すとテープ付きスキャンのみをやり直せます。

エラー表示の例では、32本中30本しか検出されていません。CHECK TAPE/SCAN が表示された場合は、テープの密着状態とスキャン範囲全体を通過できているかを確認してください。EXIT:# で中止します。設置からやり直す場合は、新たに位置検出スキャンから始めてください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.13 アグラフ高さの自動スキャン







1. AGRAFFE HEIGHT を開く

共通メニューで AGRAFFE HEIGHT を選び、次に SCAN NEW REF を選びます。設定済みの測定区間と弦のデータはこの測定にも適用されます。低音域の例では、個々の弦32本ではなくアグラフ20個を測定します。

測定時は、各アグラフの上面のできるだけ同じ中央位置を捉えてください。ガイドレールは「8.2 ガイドレールとセンサーの準備」に従って設置し、アグラフの曲線に沿って追従させます。

2. 端のアグラフから開始する

レーザースポットを選択区間の最初または最後のアグラフの中央に合わせます。弦の新規スキャンとは異なり、アグラフの基準測定はアグラフ中央の上から直接開始します。AUTO:OK で自動スキャン、MANUAL:* で手動測定を開始します。

3. 区間全体を完全に通過する

センサーを各アグラフの上でゆっくり一定の速さで動かします。同時に左側のレール端をカシミアクロス（フェルト）上で前後へ追従させ、スポットが中央から外れないようにします。右側の支持点は動かさないでください。最後のアグラフを通過して少し先の隙間まで移動したら DONE:OK を押します。

AGRAFFES に検出されたアグラフ数がカウントされます（例では 20）。NEW:* を押すと進行中の自動スキャンを破棄して最初からやり直します。EXIT:# で中止します。新規測定では少なくとも2個以上のアグラフを測定する必要があり、低音部と混在区間では設定した音数すべてと一致している必要があります。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.14 アグラフの手動測定と確認



1. SAVE:* で1点ずつ記録する

手動測定を行うには、開始画面で MANUAL:* を選択します。中央に合わせた開始アグラフは開始時に自動で記録されます。その後、続く各アグラフの中央にスポットを合わせて停止し、SAVE:* で測定点を記録します。最後の点を記録したら DONE:OK で完了します。

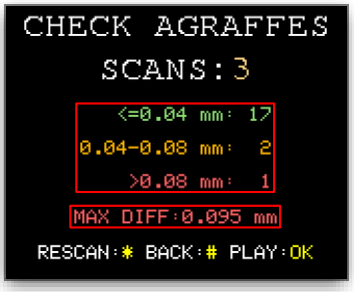
上の図は低音部の例と同じ20個のアグラフを手動で測定した状態です。記録された数が実際のアグラフ数と一致しているか常に確認してください。繰り返し測定を行う際も同じ測定箇所を使用します。



2. 設置を変えずに確認スキャンを行う

CHECK AGRAFFES 画面の SCANS:1 は1回目の測定を示します。確認を行うには同じ区間の最初または最後の端へ移動して RESCAN:* を押します。端のアグラフ上またはそのすぐ手前から開始し、すべてのアグラフを再度測定します。自動・手動の測定方式はそのまま引き継がれます。

支持位置とセンサー高さは変更しないでください。個数や対応が一致しない場合は RESCAN ERROR が表示されます。BACK:# で戻り、スキャンをやり直してください。エラーとなった確認スキャンによって既存の正常な測定値が上書きされることはありません。



3. 再現性を確認して次へ進む

色分けされた各行は各アグラフの繰り返しばらつきを示し、MAX DIFF は最大のばらつきを表します。下の図は同じ低音区間を3回測定した結果で、緑17個、オレンジ2個、赤1個、最大差 0.095 mm です。赤判定となった箇所は、調整・取り付け作業の前に再確認してください。

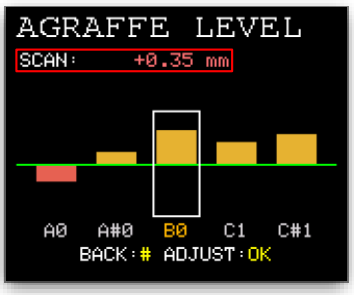
整合する測定値は平均化されます。この確認は測定の再現性を評価するものであり、アグラフが高いか低いかを判定するものではありません。PLAY:OK で次へ進み、続くデータ転送を実行するか NO:OK でスキップします。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.15 アグラフ測定結果の表示と再呼び出し







1. PLAY & ADJUST を選択する

測定が完了するとアグラフ表示画面へ進みます。同じセッション内で後から再び開く場合は、AGRAFFE HEIGHT から PLAY & ADJUST を選択します。この項目は対応する測定が完了している場合のみ選択できます。

2. 再呼び出し時に位置を対応付ける

AGRAFFE PLAY 画面で、上下キー（↑ / ↓）を使って FIRST または LAST を選びます。選択した区間の最初または最後のアグラフの中央にレーザースポットを正確に合わせ、PLAY:OK を押します。この例では低音部最初のアグラフ A0 を対応付けています。

これにより表示と各アグラフの対応が復元されます。ただし、センサー高さやレール支持位置が変わってしまった場合は補正できないため、新たに測定し直してください。

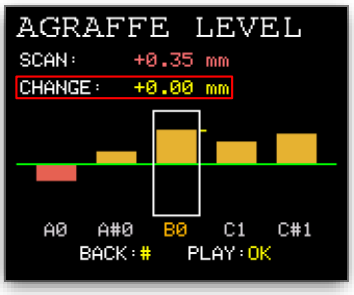
3. アグラフと隣接アグラフを評価する

画面には選択中のアグラフが白枠で表示され、その左右に最大2個ずつの隣接アグラフが表示されます。下部には音名が表示されます。SCAN は緑の基準線に対する記録済みの偏差です。

この例では3番目の低音アグラフ B0 が約 +0.35 mm 高くなっています。負の値はアグラフが低いことを意味します。色は偏差の大きさを把握するための目安です。幅広の棒グラフは記録済みの測定結果であり、調整中のリアルタイム測定値ではありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

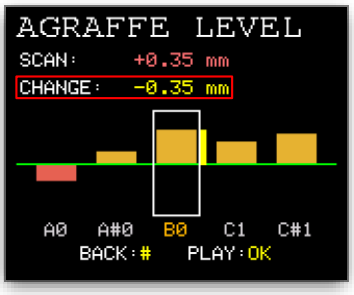
8.16 ADJUSTによるアグラフの高さ合わせ



1. 対象のアグラフ上で基準を設定する

調整するアグラフの中央にレーザースポットを合わせ、ADJUST:OK を押します。初期表示の CHANGE:+0.00 mm は、キーを押した時点からまだ高さの変化がないことを示します。記録済みの SCAN 値は引き続き表示されます。

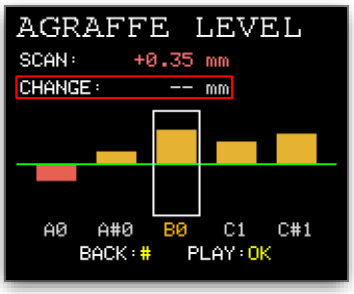
アグラフは調整後に確実に固定され、弦の方向に対して正しく向いている必要があります。正の偏差が表示されていても、すでにしっかり締まっているアグラフを無理に締め込まないでください。加工方法はアグラフの座面や固定構造に応じて判断し、高くする場合は適切な座金（シム）を使用できます。



2. 必要な変化量を確認する

図の例では SCAN が +0.35 mm でした。CHANGE で −0.35 mm の変化を加えると、ずれをほぼ相殺できます。低すぎるアグラフには、正の方向への変化が必要です。細い黄色の棒は、記録済みの測定値の棒に対する変化を示します。

CHANGE:+0.00 mm と表示されていること自体は、アグラフが正しく収まったことを意味しません。重要なのは SCAN 値に対して必要な変化量が得られたかどうかです。ADJUST をもう一度押すと、その位置で新たに局所的な変化基準がリセットされます。



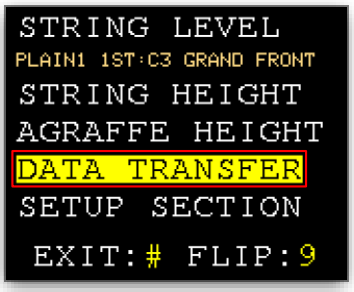
3. 一時的にずらした後に再確認する

作業のためにセンサーやガイドレールを一時的にずらすと、CHANGE:-- mm と表示されることがあります。その間も ADJUST では現在のアグラフが選択されたまま維持されます。支持点とセンサー高さを変えずに、スポットを再び同じ中央測定点へ戻して確認してください。

PLAY:OK を押すと ADJUST を終了し、記録済みの棒グラフ画面へ戻ります。次のアグラフを調整する際は、いったん PLAY に戻して対象アグラフへ移動し、改めて ADJUST を開始してください。高さ合わせの完了後は、最終確認として区間全体の新規基準スキャンを実施してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

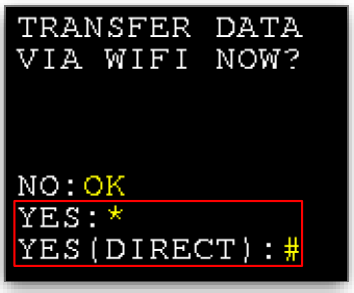
8.17 弦およびアグラフ測定データの転送



1. 共通メニューから DATA TRANSFER を開く

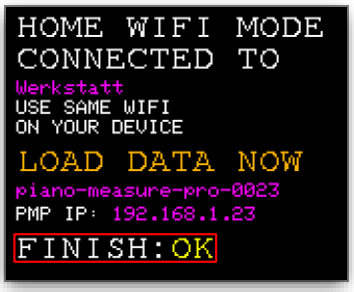
測定完了後にデータ転送の案内が表示されます。後から共通の STRING LEVEL メニュー内の DATA TRANSFER を開くこともできるため、新たに測定し直さずに既存の測定データを取得できます。

2. 接続方法を選択する



YES:* を押すと設定済みのローカルWi-Fiを使用します。コンピューター、スマートフォン、またはタブレットとPMPを同じネットワークに接続してください。YES(DIRECT):# を押すとダイレクトWi-Fi接続を開始します。使用する端末をPMPが提供するWi-Fiネットワークに接続してください。NO:OK は転送をスキップします。
Wi-Fiの設定と2種類の接続方法については「2.9 ウェブインターフェースとREMOTE」を参照してください。解析するにはスタートページで STRINGS を選択します。

3. 対応する測定データを読み込む



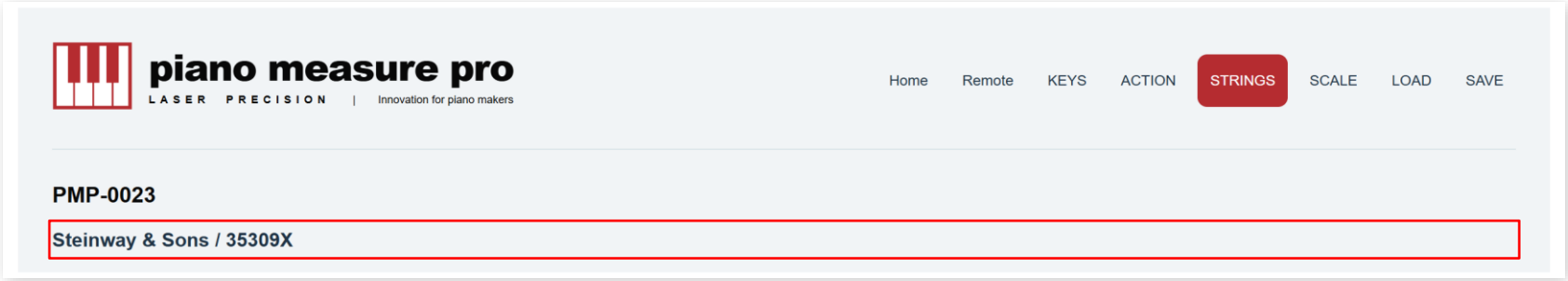
PMPに LOAD DATA NOW と表示されたら、ウェブ解析画面で対応する区間（BASS または PLAIN1 ～ PLAIN8）を選択し、弦測定データまたはアグラフ測定データを読み込みます。両者を比較する場合は、対になる2つの測定データを同じ区間へ読み込んでください。
区間、開始音、および弦データが一致している必要があります。同じ区間へ同種の新しいデータを読み込むと、それまでのデータは上書きされます。必要に応じて、新しいデータを読み込む前に現在の測定記録を保存してください。読み込みが完全に終わってから、PMP本体で FINISH:OK を押します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.18 ウェブインターフェースを開いて測定データを読み込む

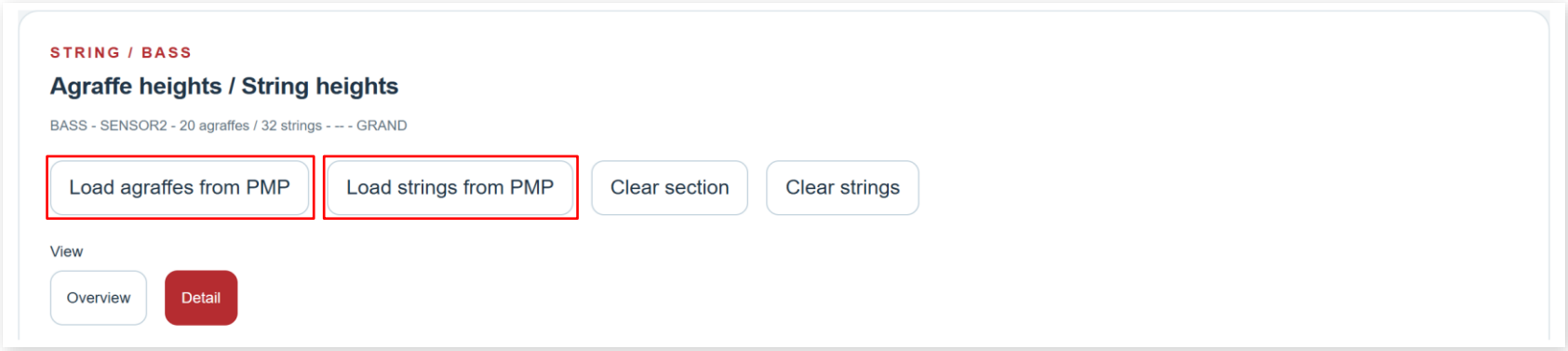
ローカルWi-Fi接続時は、表示されたIPアドレスまたは機器名に .local を付けたアドレスをブラウザーで開きます。PMPのWi-Fiへ直接接続している場合は http://192.168.4.1 を使用します。スタートページで STRINGS を選び、測定データを読み込みます。

ナビゲーションバーで STRINGS を選択します。STRINGS ページでは、弦とアグラフの測定結果が区間ごとに表示されます。



同じ区間に弦データとアグラフデータを読み込む

対応する区間（例：BASS や PLAIN1）で、弦データには Load strings from PMP、アグラフデータには Load agraffes from PMP をクリックします。両データは同じ区間および同じ設定で取得されたものである必要があります。個別表示と重ね合わせ評価の両方が可能です。

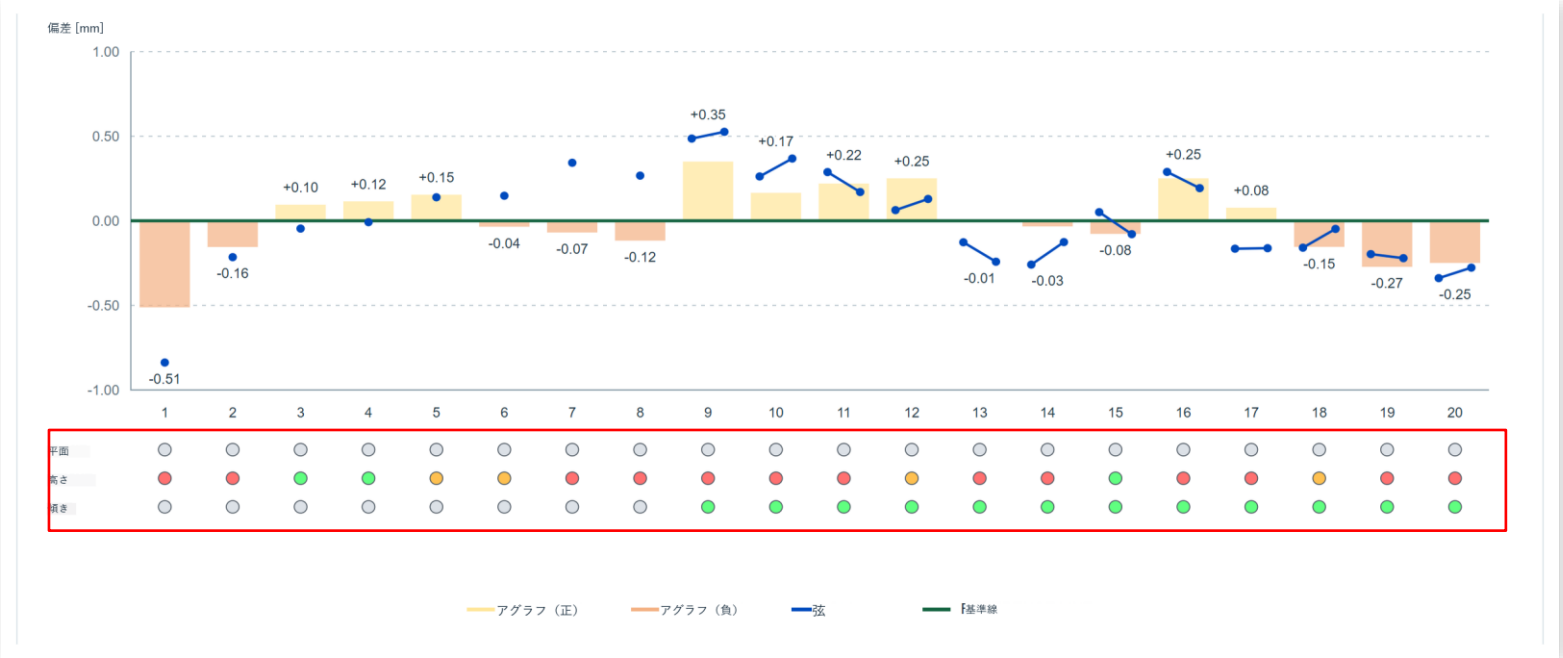


区間ヘッダー行には、使用センサー、アグラフ数と弦の本数、楽器タイプなどが表示されます。読み込み後にこれらの内容を確認してください。BASS と PLAIN1 は独立した区間であり、データが混ざることはありません。必要に応じて ADD PLAIN SECTION で裸線区間を追加できます。既存データを置き換える前に、現在の測定記録を保存してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.19 グラフと評価結果の読み方

以下の例は、スタインウェイ＆サンズ製グランドピアノ（製造番号 35309X）の実測データに基づいています。低音部（BASS）は20弦群・32本、PLAIN1 は3本弦24弦群・72本で構成され、いずれも SENSOR 2 で測定しています。音名を設定していないため、グラフ下部には通しのグループ番号が表示されています。



棒グラフ、点、および基準線を区別する

薄い黄色およびオレンジ色の棒グラフはアグラフの偏差を示します。青い点は個別の弦を表し、同じ複数弦音の点同士が線で結ばれています。棒グラフの横に記された数値はアグラフの値であり、青い弦の点の値ではありません。緑の線はそれぞれの 0.00 mm 基準線です。

正の偏差は各基準より高いこと、負の偏差は低いことを示します。この基準は測定区間から算出された基準線であり、外部から指定した絶対取付高さではありません。弦径の違いは共通設定に基づいて自動的に補正されます。

3行の判定ランプは弦の評価を示す

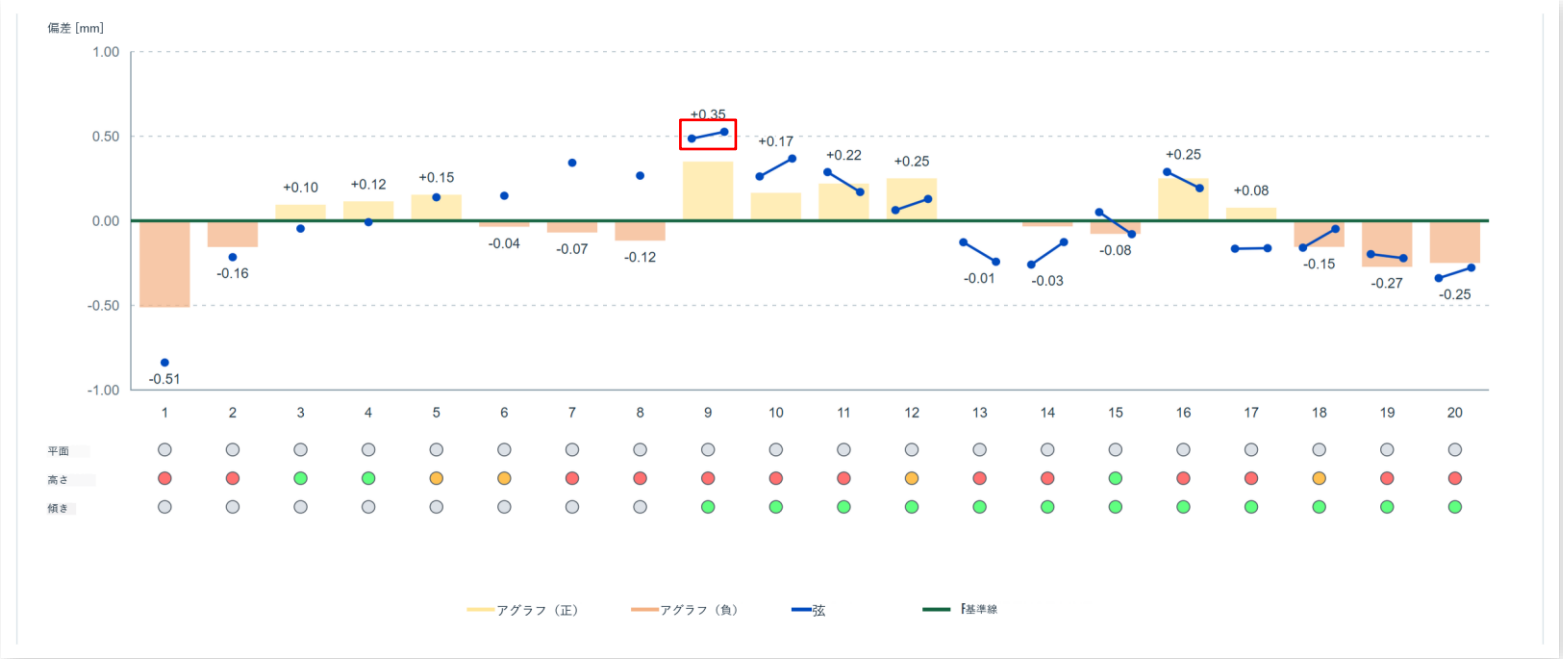
各グループの下には上から PLANE、HEIGHT、TILT の順に判定ランプが並びます。意味はPMP本体の表示と同じです。緑はわずかな差、オレンジは注意が必要な差、赤は大きなずれを表します。灰色はその弦群に適用不可または該当データなしを意味します。これらのランプは測定の再現性ではなく、弦の高さ状態を評価するものです。

低音部の1本弦では PLANE と TILT は灰色のままです。2本弦では TILT が有効になりますが、PLANE は灰色のままです。PLANE が評価されるのは完全な3本弦のみです。調整の優先順位の詳細は「8.9 PLAYでの弦高評価」を参照してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.20 スタインウェイの例による低音部の評価

Overview は区間全体を一括表示します。Detail を選ぶと各弦群の間隔が広がって見やすくなります。小さな画面ではグラフ領域を横スクロールして他のグループを確認できます。下の図は低音部全体の Detail 表示です。



単独で低く下がっている音

グループ1では、アグラフが基準より約 0.51 mm、単弦が基準より約 0.84 mm 低くなっており、HEIGHT が赤です。1本弦のため PLANE と TILT は灰色のままです。はっきりと目立つ箇所として確認できます。

2本同士の高さがほぼそろった2本弦

第9群の2本の弦は +0.486 mm と +0.526 mm です。平均高さは弦の基準より約 0.51 mm 高いため、HEIGHT は赤です。2本の差は 0.040 mm なので TILT は緑です。両弦の高さはほぼそろっていますが、群全体が高い状態です。この群のアグラフも、アグラフの基準より約 +0.35 mm 高くなっています。

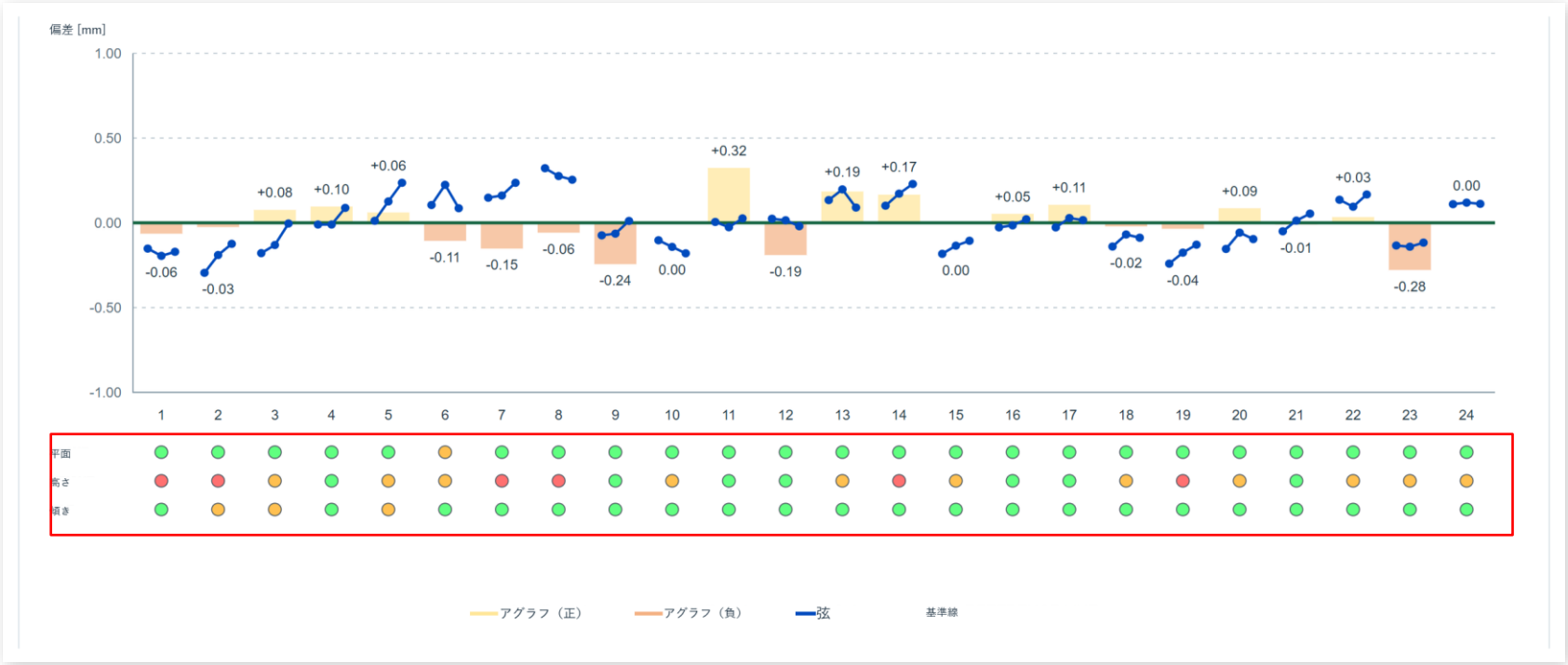
全体の傾向を総合的に判断する

弦とアグラフを同時に表示することで、気になる箇所を素早く特定し、点検や調整の準備を的確に行えます。弦とアグラフは異なる測定位置で、それぞれの基準線に対して評価されます。基準線自体が傾いていることは不具合ではなく、重要なのは基準線からの偏差です。調整前には必ず測定箇所、設置状態、再現性を確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

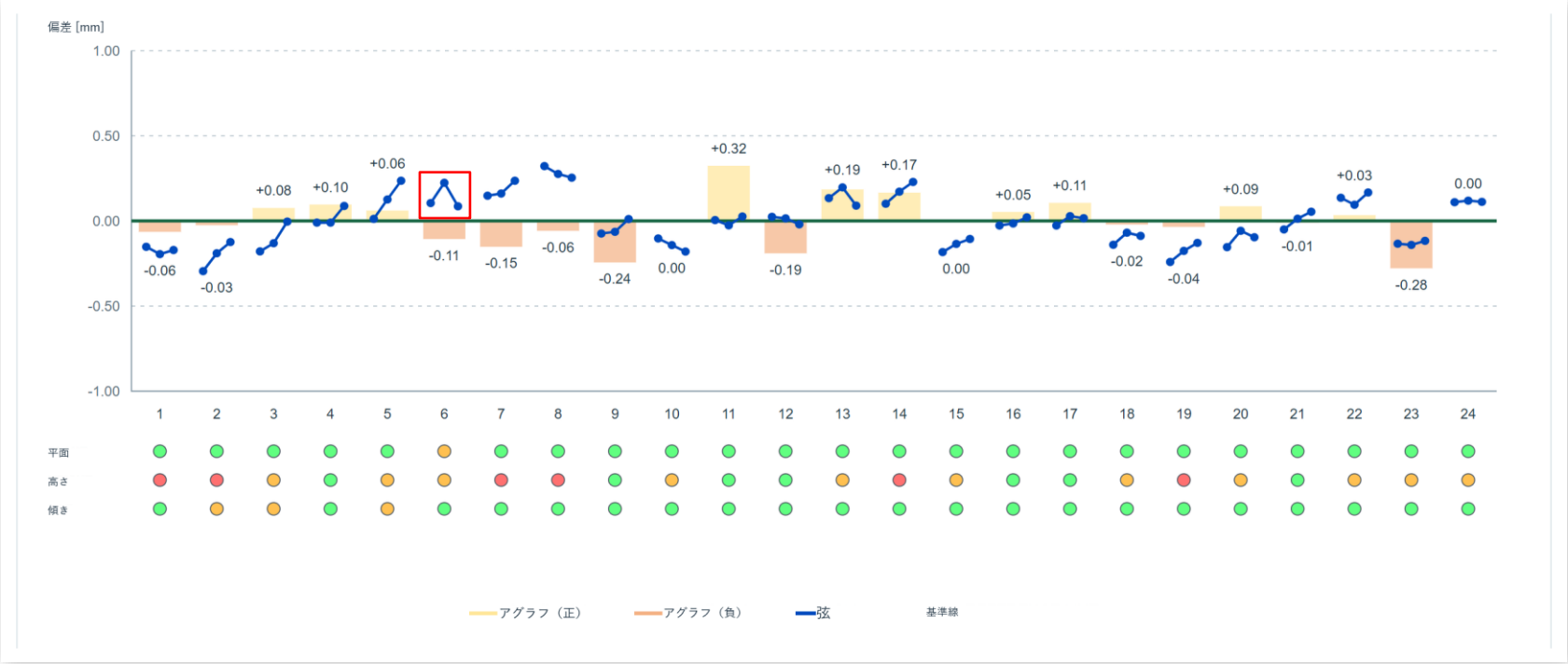
8.21 全体表示と詳細表示での裸線確認

この測定の PLAIN1 には完全な3本弦が24グループ含まれています。まず Overview で区間全体の傾向を確認すると、高い・低いグループや注意が必要な判定ランプを素早く把握できます。なお、この実測例のグループ構成は、前述の裸線25音の設定例とは別のデータです。



詳細表示で各同音弦群を比較する

Detail を選ぶと、各弦群内の弦の点がより明瞭に広がって表示されます。下の図は同じ区間全体の同一データです。小さな画面では必要に応じて横スクロールして他のグループを確認します。コンピューターでは弦の点や判定ランプにカーソルを合わせると、対応する個別値がツールチップで表示されます。全数値を正確に確認するには Measurement values を開いてください。



グループ5では3本の弦が一様に右上がりになっており、PLANE は緑、TILT はオレンジです。一方、グループ6では中央の弦が両外側の弦を結ぶ線より高く、PLANE がオレンジになっています。グループ8は全体として基準より大きく高く、HEIGHT が赤です。これら3例の詳しい数値は次の数値表で説明します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

8.22 個別測定値の確認と修正計画

グラフ下の Measurement values を開くと対応する数値表が表示されます。ここでは NOTE がグループ番号、CH が弦群内の弦本数を示します。AGRAFFE および STRING I ～ III にはミリメートル単位の偏差が表示されます。右端の3列には PLANE、HEIGHT、TILT の値と判定ランプが表示されます。「--」は該当データなし、または適用対象外を意味します。



測定値

音名	CH	アグラフ [mm]	第 I 弦 [mm]	第 II 弦 [mm]	第 III 弦 [mm]	平面からの偏差 [mm]	高さ [mm]	傾き [mm]
1	3	-0.064	-0.152	-0.195	-0.171	-0.033	-0.173	-0.019
2	3	-0.025	-0.295	-0.190	-0.124	+0.020	-0.203	+0.171
3	3	+0.076	-0.179	-0.131	-0.004	-0.041	-0.105	+0.175
4	3	+0.096	-0.010	-0.010	+0.088	-0.052	+0.023	+0.098
5	3	+0.061	+0.012	+0.126	+0.236	0.000	+0.125	+0.224
6	3	-0.106	+0.105	+0.224	+0.086	+0.128	+0.138	-0.019
7	3	-0.152	+0.148	+0.161	+0.236	-0.031	+0.182	+0.088
8	3	-0.058	+0.322	+0.276	+0.254	-0.012	+0.284	-0.068

グループ5：傾いているが弦群内は平面

弦の高さは +0.012 / +0.126 / +0.236 mm です。中央の弦は両端の弦を結ぶ線上にあり、PLANE は 0.000 mm で緑です。TILT は +0.224 mm で、この SENSOR 2 の測定ではオレンジになります。HEIGHT もオレンジです。同音弦群全体が傾く状態と、中央の弦だけが高い状態は異なります。

グループ6：中央の弦に注目する

外側の弦の測定値は+0.105ミリメートルと+0.086ミリメートル、中央の弦の測定値は+0.224ミリメートルです。PLANEパラメータは+0.128ミリメートルでオレンジ色で表示され、TILTパラメータは-0.019ミリメートルで緑色で表示されます。まず、この同音弦群の各弦の高さが均一であるかを確認してください。ハンマーの打撃面が平らであれば、高い中央の弦にも外側の2本の弦にも同時に適合することはできません。

グループ8：全体の高さが目立つ例

3本の弦は +0.322 / +0.276 / +0.254 mm にあります。PLANE と TILT は緑ですが、HEIGHT は約 +0.28 mm で赤です。この弦群は内部の平面性は十分ですが、全体として高すぎます。このような高さの差は、アクション整調時のレットオフに影響する可能性があります。

一覧から対象箇所を選び、楽器上で位置を確認して必要な修正を専門的に判断してください。評価の優先順位は常に PLANE、次に HEIGHT、その後に TILT です。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

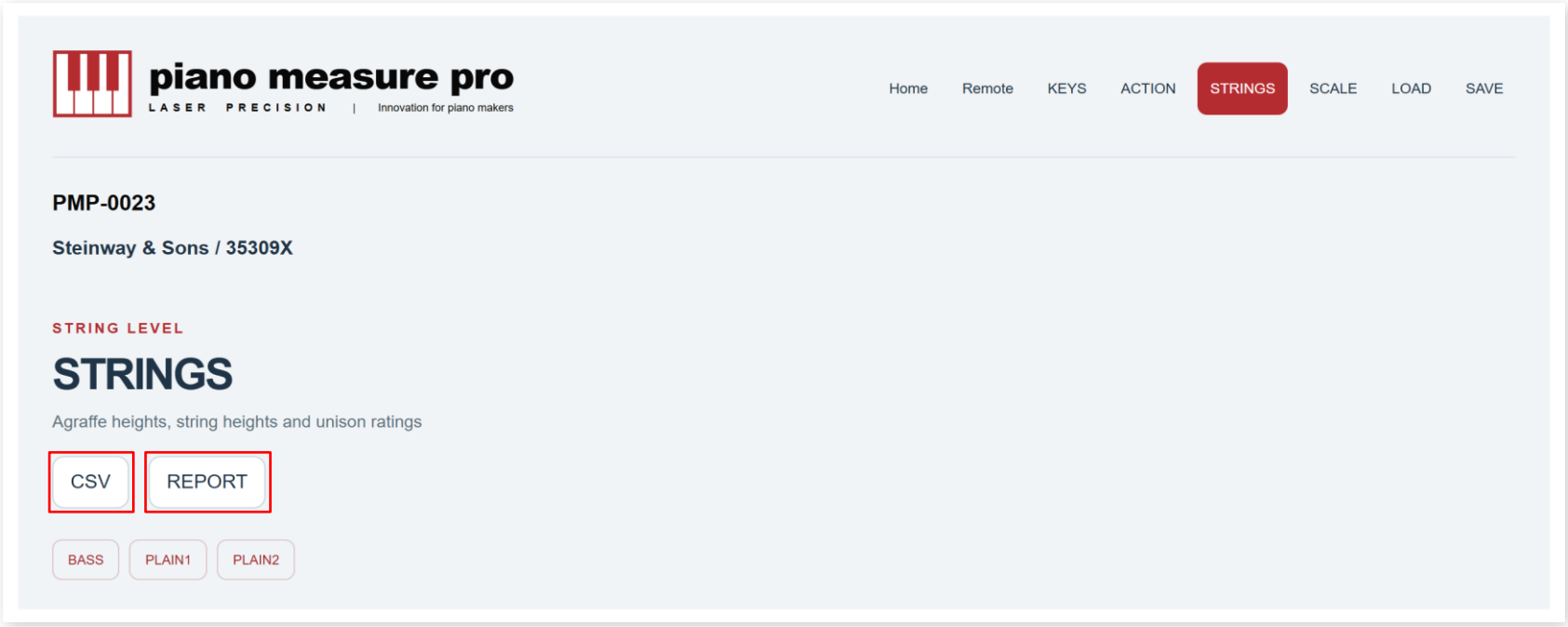
8.23 測定記録の保存とレポートの共有

楽器全体の測定状態を保存する

SAVE を押すと、拡張子 .pmp の楽器ファイルとして保存されます。このファイルには、現在表示中の STRING 区間だけでなく、その楽器に読み込まれているすべての機能のデータが含まれます。保存したファイルは LOAD で再び開けます。測定データを置き換える前に、必要に応じてこれまでの状態を別ファイルとして保存してください。

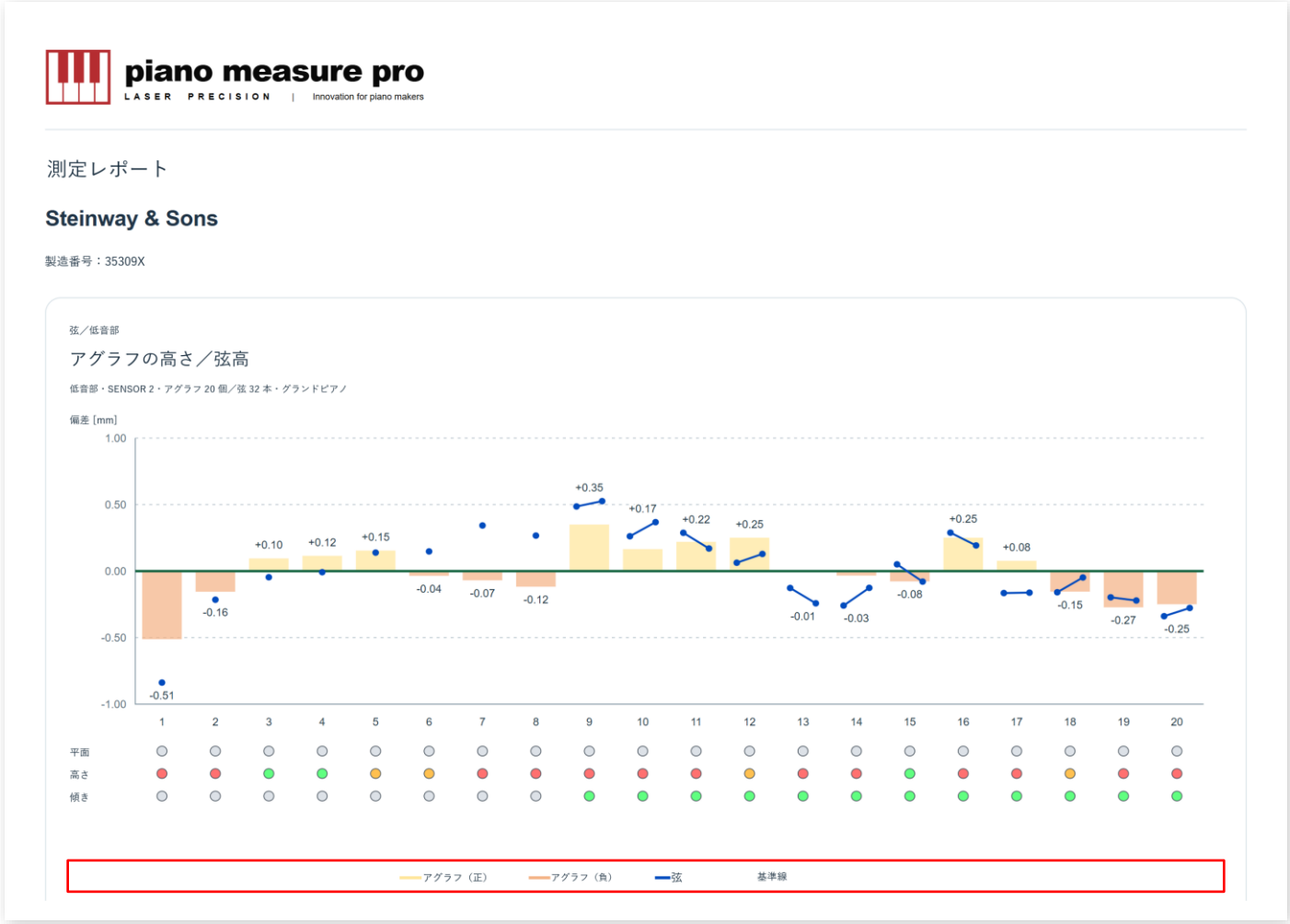
PMP本体には、弦およびアグラフの測定結果が恒久的なデータスロットとして保存されるわけではありません。設定値や弦データは残ることがありますが、保存済みの測定記録の代わりにはなりません。新規測定、設置変更、または電源オフの前に、必要な測定データを必ず転送してください。

CSV と REPORT は STRINGS 機能を対象とする



CSV は、さらなるデータ処理のためにこの機能の測定値一覧を出力します。長さ・高さの値はマイクロメートル単位で出力されます（1000 µm = 1 mm）。REPORT は、STRING のグラフと対応する数値表を含む独立したHTMLレポートを作成します。HTMLレポートはPMPと接続していない状態でもブラウザーで閲覧できます。ただし、いずれの出力も完全な楽器ファイル（.pmp）の代わりにはなりません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen



図は、楽器名、一部を伏せた製造番号、および低音部全体のグラフを含むレポートの例です。凡例に表示中のデータ系列が示され、その下に該当する数値表が続きます。レポートを共有する前に、楽器情報と測定状態が正しいか確認してください。レポートは測定時点の状態を記録するものであり、修正後の確認には改めて新しい測定記録を取得・保存してください。
次のページの数値表は、この低音部グラフに対応するものです。各グループの個別値と3つの評価が含まれます。灰色の項目は主に1本弦・2本弦における PLANE（適用対象外）を示しており、測定失敗ではありません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen



測定値

音名	CH	アグラフ [mm]	第 I 弦 [mm]	第 II 弦 [mm]	第 III 弦 [mm]	平面からの偏差 [mm]	高さ [mm]	傾き [mm]
1	1	-0.512	-0.838	--	--	--	-0.838	--
2	1	-0.155	-0.215	--	--	--	-0.215	--
3	1	+0.095	-0.046	--	--	--	-0.046	--
4	1	+0.115	-0.008	--	--	--	-0.008	--
5	1	+0.154	+0.139	--	--	--	+0.139	--
6	1	-0.035	+0.148	--	--	--	+0.148	--
7	1	-0.069	+0.343	--	--	--	+0.343	--
8	1	-0.117	+0.267	--	--	--	+0.267	--
9	2	+0.350	+0.486	+0.526	--	--	+0.506	+0.040
10	2	+0.165	+0.262	+0.368	--	--	+0.315	+0.106
11	2	+0.220	+0.288	+0.170	--	--	+0.229	-0.118
12	2	+0.251	+0.063	+0.129	--	--	+0.096	+0.066
13	2	-0.005	-0.127	-0.242	--	--	-0.185	-0.115
14	2	-0.033	-0.259	-0.126	--	--	-0.193	+0.133
15	2	-0.077	+0.051	-0.079	--	--	-0.014	-0.130
16	2	+0.251	+0.289	+0.193	--	--	+0.241	-0.096
17	2	+0.077	-0.165	-0.162	--	--	-0.164	+0.003
18	2	-0.154	-0.159	-0.048	--	--	-0.104	+0.111
19	2	-0.272	-0.197	-0.221	--	--	-0.209	-0.024
20	2	-0.249	-0.339	-0.277	--	--	-0.308	+0.062

測定と調整を一連の流れとして行う

まず設置と測定区間を設定します。次に該当するすべての弦またはアグラフを完全に測定し、確認スキャンで再現性を検証します。データを保存したうえで PLAY にて結果を評価し、対象箇所を ADJUST で的確に修正してください。仕上げた状態は最後に改めて新規測定し、再度保存します。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

9 法的文書とダウンロード

本製品に関する以下の補足文書を電子形式で提供しています。

安全上の注意事項：レーザー放射と電池の安全性についての多言語資料。

EU 適合宣言（CE）：欧州指令（EMC、RED、RoHS）への適合を確認する文書。

オープンソースライセンス：使用しているソフトウェアライブラリとライセンス文書の一覧。

免責事項および使用上の重要な注意事項

1. 自己責任および妥当性の確認：Piano Measure Pro はピアノ製作・修理を支援する高精度測定ツールです。測定装置の適切な設置、正しい測定モードの選択、および得られた測定値の妥当性確認に関する責任は、すべて使用者に帰属します。

2. 二次損害の免責：製造者は、測定結果の利用によって生じた経済的二次損害について一切の責任を負いません。これには、測定誤差、誤操作、または技術的偏差に起因する資材（弦、ハンマーヘッド、鍵盤表面材など）の誤発注や、楽器の加工ミスが含まれます。

3. 検証義務：不可逆的な加工を行う前や高額な部品を発注する前には、使用者は従来の測定手法を用いて測定結果を抜き取り検証する義務を負います。

4. 楽器への損傷：ガイドレールの不適切な取り付けや測定器本体の取り扱いによって楽器に生じた損傷について、製造者は責任を負いません。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

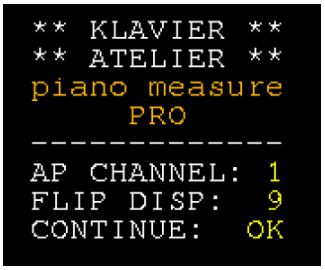
付録　PMP 画面表示の英日対照表

起動・ネットワーク接続・ファームウェア更新　1 / 5

右側は PMP 本体に表示される英語画面です。日本語の説明に記載したキー記号は赤外線リモコンの表示と一致します。

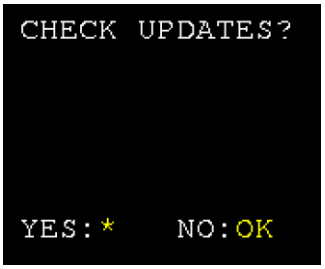
起動時のショートカット

AP CHANNEL：1 でアクセスポイントのチャンネルを設定します。FLIP DISP：9 で表示を反転します。OK で続行します。



更新を確認する

CHECK UPDATES？ファームウェアの更新をチェックしますか？*を押してチェックし、OKを押してスキップします。



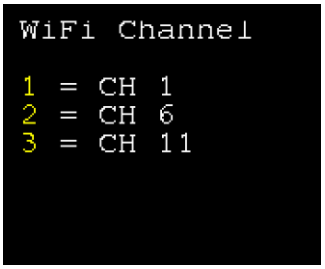
ウェブ画面を有効にする

USE WEB INTERFACE？ウェブベースのインターフェースを使用しますか？電力消費が多いため、モバイルバッテリーの使用をお勧めします。*を押して有効にし、OKを押してスキップしてください。



Wi-Fi チャンネルの選択

1、2、3を押すことで、それぞれチャンネル1、6、11を選択します。



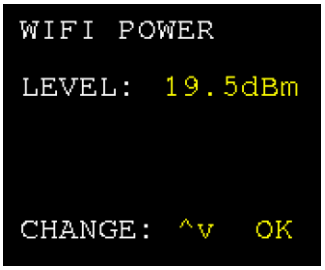
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

起動・ネットワーク接続・ファームウェア更新　2 / 5

Wi-Fi の送信出力

WIFI POWER：上下キーを使って送信出力を調整し、OKを押して確定します。例では19.5 dBmです。



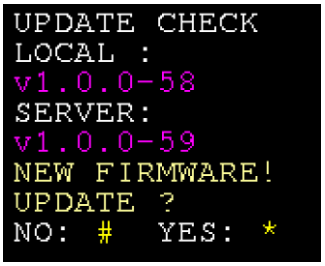
更新サーバーに接続中

CONNECTING SERVER...：更新サーバーに接続中です。確認結果が表示されるまでお待ちください。



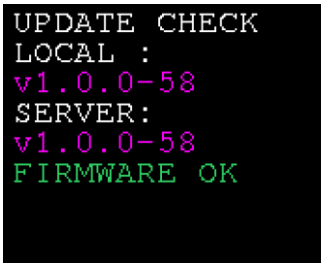
更新がある場合

この機器とサーバーバージョンを比較してください。例として、1.0.0-58から1.0.0-59にアップデートする場合を挙げます。*を押してインストールし、#を押してスキップします。



ファームウェアが最新の場合

本機のファームウェアバージョンはサーバーと同じです。「Firmware OK」と表示されている場合、現在のファームウェアは更新する必要がありません。



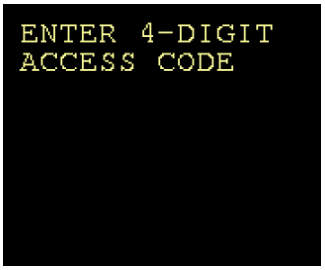
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

起動・ネットワーク接続・ファームウェア更新　3 / 5

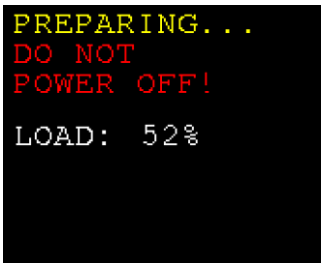
更新用コードの入力

ENTER 4-DIGIT ACCESS CODE：リモコンの数字キーを使って4桁の更新コードを入力してください。



ダウンロードとインストール

LOAD は読み込みの進捗率です。ダウンロードとインストールが終わるまで電源を切らないでください。



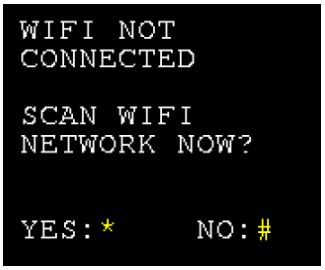
インストール完了

インストールが完了し、本体が自動で再起動します。



Wi-Fi ネットワークの検索

デバイスはワイヤレスネットワークに接続されていません。*を押すとすぐにスキャンが開始され、#を押すとスキャンをスキップします。



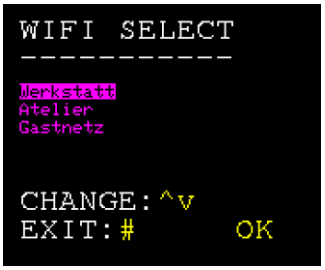
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

起動・ネットワーク接続・ファームウェア更新　4 / 5

ネットワークの選択

リストからネットワーク名（SSID）を選択してください。方向キーを使って選択し、OKを押して確定し、#を押して終了します。



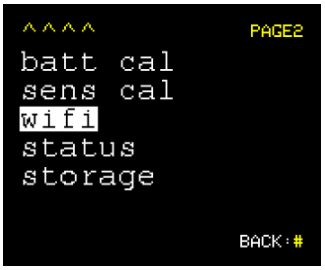
Wi-Fi パスワードの入力

左右キーで CHAR の文字を選び、OK で追加します。# で直前の文字を消し、* で入力を完了します。



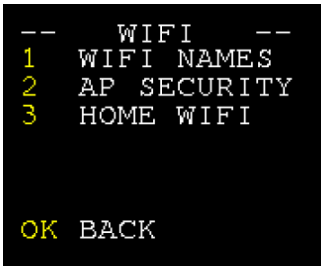
設定メニューの2ページ目

上下キーで項目を選びます。wifi はネットワーク設定、status は本体の状態、storage は保存領域を開く項目です。# で戻ります。



Wi-Fi 設定

1 WiFi名前、2 ホットスポットのセキュリティ設定、3 家庭用無線ネットワーク。数字キーを押して選択し、OKを押して戻ります。



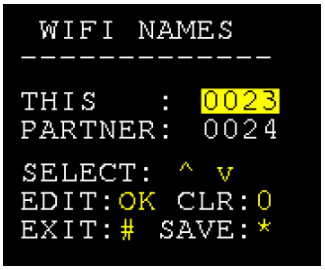
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

起動・ネットワーク接続・ファームウェア更新　5 / 5

本体のネットワーク名

「THIS」は本機を、「PARTNER」はペアリングされたデバイスを指します。方向キーで選択し、「OK」で編集、「0」でクリア、「*」で保存、「#」で終了します。



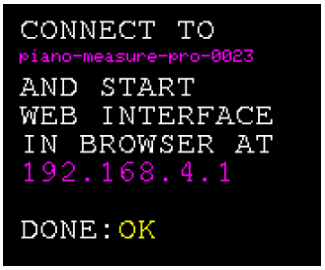
既存のネットワークからウェブ画面を開く

PMP に表示された機器名に .local を付けるか、表示された IP アドレスをブラウザに入力します。PMP で OK を押して案内画面を閉じます。



本体のアクセスポイントに直接接続する

まず、画面に表示されているデバイスのホットスポットに接続し、次にブラウザで192.168.4.1にアクセスしてください。OKを押して完了です。



Wi-Fi の接続状態

接続されているネットワーク、IPアドレス、ホットスポットの状態、チャンネル、送信出力を確認します。*を押すと次のページに移ります。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

鍵盤高さのスキャンと基準ブロック　1 / 6

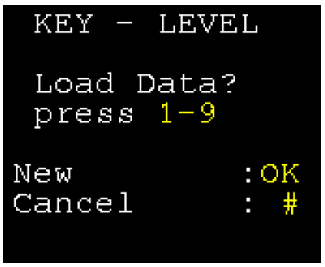
鍵盤ならし機能を選ぶ

メインメニューから「key level」を選択し、OKを押して確定します。その他の項目は、アクションの調整、弦の高さの調整、スケール設計などの測定に使用されます。



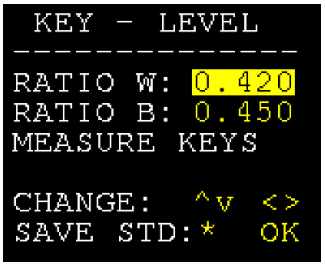
新規測定または記録の読み込み

1から9までの数字を押すと、対応する記憶領域に保存されているデータを読み取ることができます。OKを押すと新しい測定を開始し、#を押すと測定をキャンセルします。



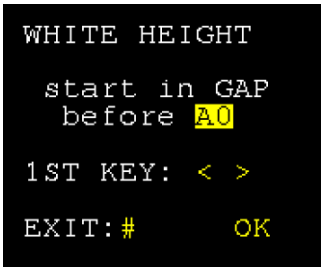
白鍵と黒鍵の鍵盤比を設定する

RATIO Wは白鍵を、RATIO Bは黒鍵を指します。上下キーで行を選択し、左右キーで値を調整します。*はデフォルト値を保存するためのボタンで、OKは確認するためのボタンです。



白鍵高さのスキャン開始位置

レーザーをA0の前の鍵の隙間に合わせてください。左右のキーを使って開始する鍵を変更できます。OKを押して開始し、#を押して終了します。



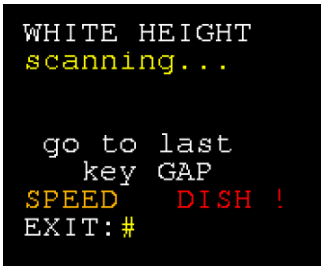
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

鍵盤高さのスキャンと基準ブロック　2 / 6

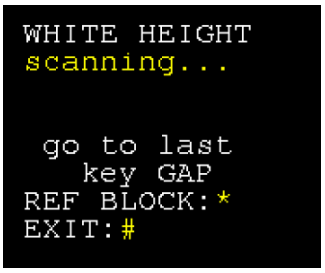
白鍵をスキャンする

反対側の最後のキーの隙間まで移動してください。画面上に表示される速度やキー面の凹みの検出に注意してください。#を押すと操作を終了できます。



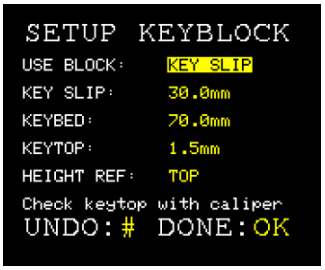
スキャン中に基準ブロックを使う

端末のキーの隙間をスキャンします。この時、画面に「REF BLOCK: *」と表示されます。*を押すと参照用の基準ブロック測定モードに入ります。#を押すとそのモードを終了します。



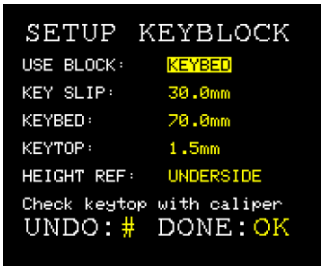
基準ブロックの設定：上面基準

HEIGHT REF が TOP の場合、鍵盤上面までの高さを測定します。USE BLOCK で基準ブロックの設置面（KEY SLIP または KEYBED）を選び、ブロックの寸法を確認します。# で変更を取り消し、OK で確定します。



基準ブロックの設定：下面基準

HEIGHT REF が UNDERSIDE の場合、鍵盤上面の被覆材の下面までの高さを求めます。ノギスで被覆材の厚さを測り、KEYTOP に入力します。# で変更を取り消し、OK で確定します。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

鍵盤高さのスキャンと基準ブロック　3 / 6

棚板に基準ブロックを置く

レーザーを A0 の中央に合わせます。例では棚板に高さ 70.0 mm の基準ブロックを置き、鍵盤上面の被覆材の下面を基準に測定します。* でブロックの設定を開き、# で終了します。



口棒に基準ブロックを置く

レーザーをA0の中心に合わせ、前面で支えられた30mmの基準ブロックを使用してキーボードの上面を測定します。*を押して基準ブロックの設定を行い、#を押して設定を終了します。



基準ブロックを取り外す

例示されている絶対高さは30.50 mmです。装置を静止した状態に保ち、基準ブロックを取り外した後、画面の指示に従って続行してください。



最後の鍵の隙間までスキャンする

「VALUE」は測定値を、「ABS」は絶対高さを指します。鍵盤を最後のキーの隙間まで移動してください。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

鍵盤高さのスキャンと基準ブロック　4 / 6

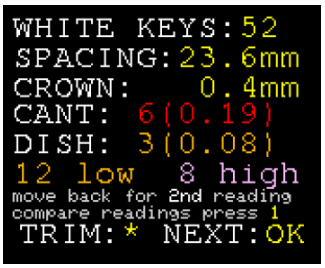
反対端の基準鍵を測定する

レーザーをC8の中心に合わせ、前面に30mmの基準ブロックを置いて、鍵盤の上面を測定します。



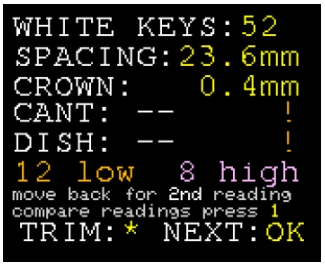
白鍵スキャン1回目の結果

表示される情報には、識別可能なキーの数、平均キー間隔、アーチの形状、横傾き、およびくぼみの状態が含まれます。逆方向に操作することで再測定が可能です。*は基準値の調整を示し、OKは測定を続行することを意味します。



測定漏れがある場合

記号 --! は、該当する項目に有効な値が入力されていないことを示します。欠落している項目を確認した上で、再測定を行うか、処理を続行するかを決定してください。



くぼみのデータが不足している場合

測定不能の場合は、キーの中心から左右にそれぞれ8mmの位置で計算を行います。くぼみの補正機能はオフの状態です。補正を再開するには、再度スキャンしてください。OKを押して続行します。



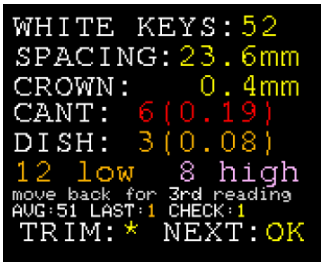
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

鍵盤高さのスキャンと基準ブロック　5 / 6

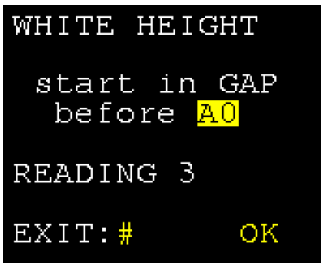
スキャン2回分の集計

AVGは平均値を使用したキー数を指し、LASTは最後に読み取られた値を使用したキー数を指し、CHECKは検査対象のキー数を指します。3回目のスキャンを逆順で開始することも可能です。



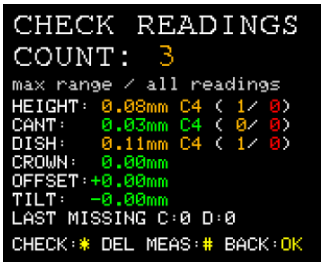
白鍵スキャン3回目の開始位置

READING 3：レーザーをA0の前のキーの隙間に合わせ、3回目のスキャンを開始します。#を押して終了します。



繰り返し測定のばらつきを確認する

「COUNT」は測定回数を示します。キーには測定値の最大変動範囲が表示されています。*は確認を意味し、#は測定データの削除を選択するためのものです。OKは戻るためのボタンです。



削除するスキャンを選ぶ

左右のキーを使ってスキャン番号を選択します。この例では3回目です。
* を押すと選択されたスキャンを削除し、OKを押すと元に戻ります。



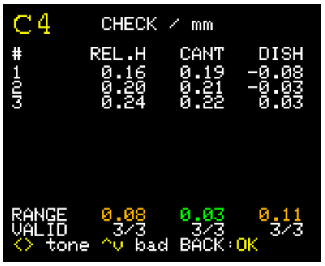
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

鍵盤高さのスキャンと基準ブロック　6 / 6

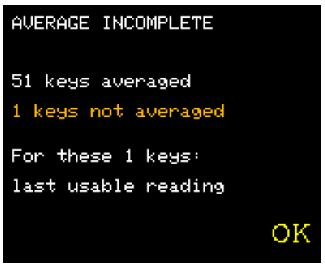
各鍵の測定再現性を確認する

例としてC4を挙げます。相対的な高さ、横傾き、くぼみの変動範囲および有効な回数を確認してください。左右のキーを使って音を変更し、上下のキーを使って異常な項目に移動できます。



平均値の算出に必要なデータが不足している場合

例では 51 鍵に平均値を使用し、平均値を算出できなかった 1 鍵には直近の有効測定値を使用します。OK で先へ進みます。



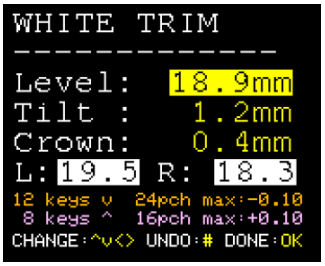
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

白鍵の基準・黒鍵・鍵盤の深さ　1 / 4

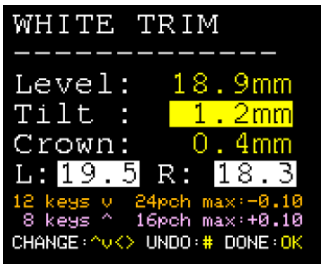
白鍵全体の高さを調整する

WHITE TRIM：Levelは全体の高さを指します。例は18.9 mmです。LとRは左右の端の目標高さを示し、底部は予想される調整作業量を意味します。



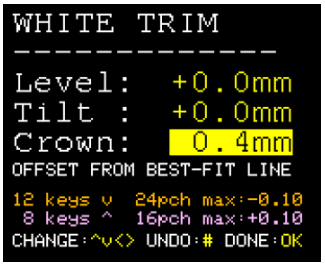
白鍵の左右の高低差を調整する

「Tilt」とは、左右の端の高さの差を指します。この例では、左端が19.5mm、右端が18.3mmで、1.2mmの差があります。#は取り消しを意味し、OKは処理完了を示します。



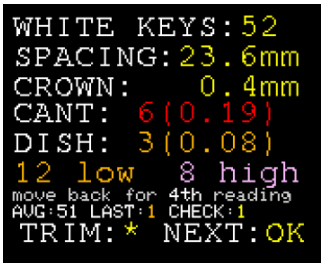
白鍵の基準曲線のクラウンを調整する

Crown は左右端を結ぶ直線に対する中央の高さの差です。この例は +0.4 mm です。OFFSET FROM BEST-FIT LINE は、最適近似直線からのずれを表します。



調整後の白鍵の基準

白鍵のスキャンおよび調整作業量を再確認します。逆方向にスキャンを続行することもできます。*を押すと基準調整に戻り、OKを押すと作業を続行できます。



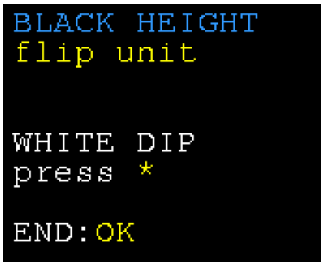
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

白鍵の基準・黒鍵・鍵盤の深さ　2 / 4

黒鍵の高さ測定に切り替える

黒鍵をスキャンするために測定ユニットを反転させます。*を押すと白鍵の鍵盤の深さの測定に切り替わり、OKを押すと測定が終了します。



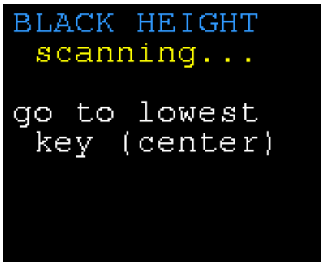
黒鍵のスキャン開始位置

レーザーを示された外側の白鍵の中心に合わせてください。例としてはC8を使用してください。OKを押してスキャンを開始してください。



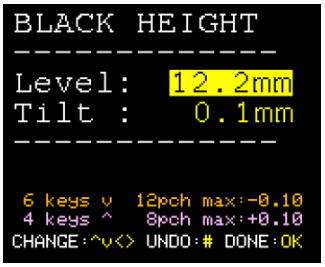
黒鍵の高さをスキャンする

指示された方向に沿って動き、反対側の端にある外側の白鍵の中心までスキャンし、すべての黒鍵もしっかりとスキャンしてください。



黒鍵の高さの測定結果

「Level」とは黒鍵が白鍵を基準にした高さを指し、「Tilt」とは左右の端の高さ差を指します。例えば、それぞれ12.2mmと0.1mmです。



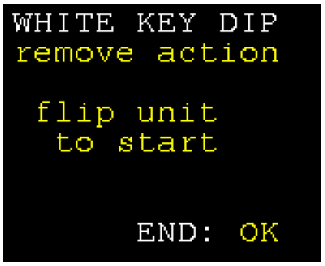
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

白鍵の基準・黒鍵・鍵盤の深さ　3 / 4

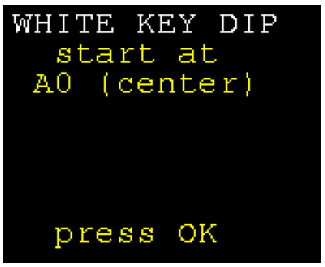
白鍵の深さ測定を準備する

アクションを取り外す必要がある場合は、まず本文中の手順に従ってください。測定ユニットを反転させて鍵盤の深さを測定し、OKを押して測定を終了します。



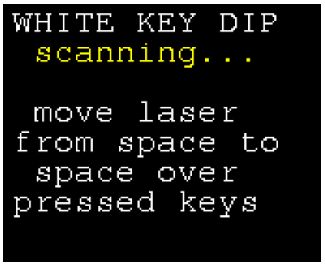
白鍵の深さ測定の開始位置

レーザーをA0の中心に合わせます。OKを押して開始位置を確認します。



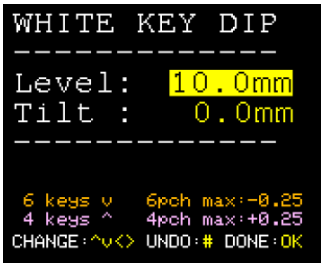
押し下げた白鍵をスキャンする

画面の指示に従って白鍵を一つずつ押し、その状態のまま鍵盤全体をスキャンします。鍵の隙間から隙間までを丁寧にスキャンしてください。



白鍵の深さの測定結果

「Level」とは目標とする鍵盤の深さを指し、「Tilt」とは両端の高さ差を指します。例えば、鍵盤の深さが10.0mm、高さ差がゼロの場合です。画面の指示に従って確認してください。



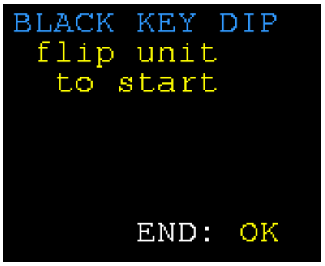
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

白鍵の基準・黒鍵・鍵盤の深さ　4 / 4

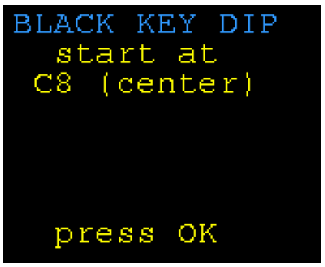
黒鍵の深さ測定に切り替える

測定ユニットを反転させ、黒鍵の鍵盤の深さを測定する準備をします。
OKを押すと、この手順を終了できます。



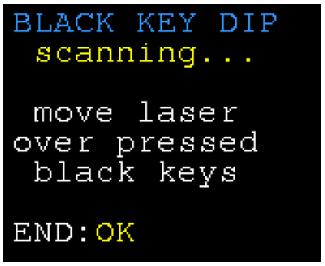
黒鍵の深さ測定の開始位置

レーザーをC8の中心に合わせ、OKを押して開始点を確認してください。



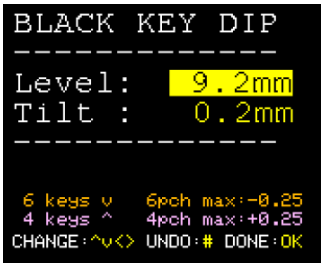
押し下げた黒鍵をスキャンする

黒鍵を順番に最後まで押し、指定された方向に沿ってスキャンを完了してください。画面で指定された端までスキャンしてください。



黒鍵の深さの測定結果

例えば、目標とする鍵盤の深さは9.2mm、左右の端の高さの差は0.2mmです。確認した上でご確認ください。



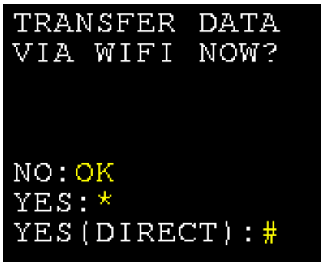
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

保存・読み込み・保存先の管理　1 / 2

Wi-Fi 転送の選択

OKを押すとスキップします。*を押すと、現在使用している無線ネットワークを通じて転送します。#を押すと、デバイスのホットスポットを使用して直接転送します。



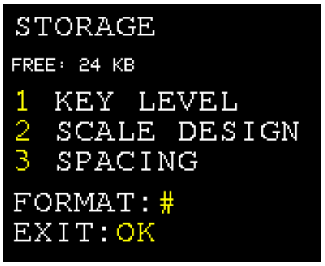
測定データの保存

数字キーの 1〜9 で保存スロットを選びます。USED は使用中、FREE は空きです。OK で保存せずに戻ります。



保存先の管理

FREE は空き容量です。1（KEY LEVEL）、2（SCALE DESIGN）、3（SPACING）で対象を選びます。# はフォーマット、OK は終了です。



鍵盤高さの記録を削除する

削除したい記憶領域の番号を押してください。0を押すとすべて削除されます。#を押すと元に戻り、OKを押すと終了します。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

保存・読み込み・保存先の管理　2 / 2

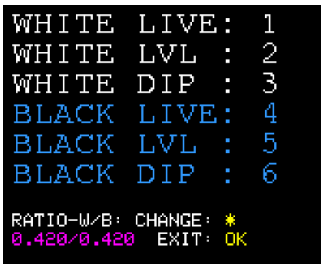
削除の確認

例は鍵盤高さのスロット 2 の削除です。削除は取り消せません。* で削除を確定し、OK で取り消します。



鍵盤高さの記録またはリアルタイム測定を選ぶ

1/2/3はそれぞれ白鍵のリアルタイム値/鍵盤高さ/鍵盤の深さを、4/5/6は黒鍵のリアルタイム値/鍵盤高さ/鍵盤の深さを表しています。* 白鍵と黒鍵の鍵盤比を変更します。



測定器の向きを変える

フリップユニット：測定ユニットを必要な方向に反転させます。#を押すと元に戻ります。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

リアルタイム測定・戻り位置・鍵の左右傾斜　1 / 5

白鍵のリアルタイム高さ：正の調整量

例は C4 で、目標鍵盤深さは 10.0 mm、くぼみ補正は ON です。DISC の +0.12 mm は調整量です。*（STORE）で保存、7（RETURN）で戻り位置の確認、8（CANTADJ）で横傾きの調整を行います。



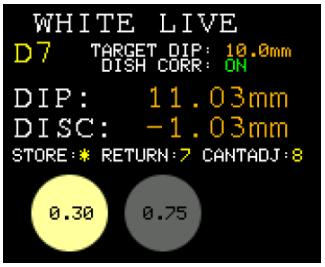
白鍵のリアルタイム高さ：パンチングの組み合わせ

DISC −0.33 mm；画面で推奨されているパンチングの厚さは0.08および0.25 mmです。厚さの単位はミリメートルです。



白鍵のリアルタイム深さ：目標を超えた場合

D7の実測鍵盤の深さは11.03mmで、目標値は10.0mmです。そのため、調整量は－1.03mmとなります。下には推奨されるパンチングの値が表示されています。



白鍵のリアルタイム深さ：目標に達した場合

D7の実測値は10.00 mmで、目標値と一致しています。DISCの値は+0.00 mmです。



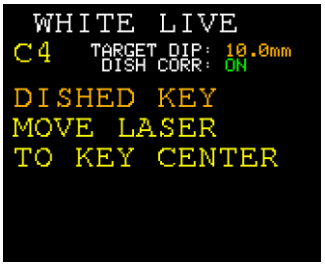
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

リアルタイム測定・戻り位置・鍵の左右傾斜　2 / 5

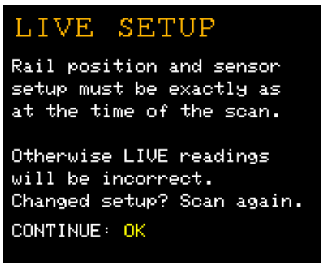
鍵盤表面にくぼみがある場合

DISHED KEY：レーザーを鍵盤の中心に合わせ、装置が指定された位置で高さを測定できるようにします。



リアルタイム測定前の設置位置の確認

ガイドレールとセンサーは、スキャン時の位置と一致していなければなりません。取り付け位置が変わった場合は、再度スキャンしてください。「OK」を押して続行してください。



白鍵のリアルタイム測定：補正オン

DISH CORR: ON は、鍵盤上面の凹みを補正する機能が有効になっていることを意味します。例として、0.12mmのパンチングを使用することを推奨します。



白鍵のリアルタイム測定：補正オフ

DISH CORR: OFF と表示されている場合は、鍵盤上面の凹み補正機能がオフになっています。ここには現在調整中の鍵の調整量が表示されています。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

リアルタイム測定・戻り位置・鍵の左右傾斜　3 / 5

現在の補正状態を確認する

白鍵のリアルタイムインターフェースには、目標とする鍵盤の深さ、凹みの補正状態、およびパンチングの調整量が表示されます。例えば、補正がオフの場合、DISCの値は－0.12 mmとなります。



戻り位置の確認：1回目

Hは高さの偏差を示し、RETURNは戻り値を示します。1/3とは3回の検査のうちの1回目を意味し、例示されている戻り値は0.08mmです。



戻り位置の確認：3回目

3/3は、3回目の検査を意味します。例えば、Hの値が+0.01mm、RETURNの値が0.01mmの場合、現在の調整量はゼロです。



各鍵の結果から戻り位置を確認する

WHITE LEVEL の例では、C4 の戻り位置の偏差は 0.01 mm です。*（ADJUST）で調整、7（CHECK）で確認、8（CANTADJ）で横傾きの調整を行います。



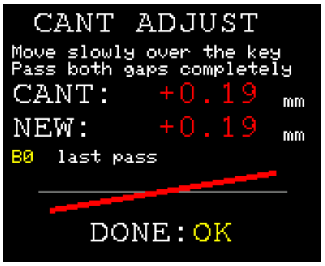
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

リアルタイム測定・戻り位置・鍵の左右傾斜　4 / 5

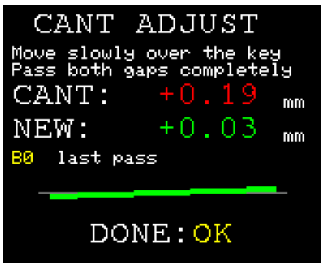
鍵の左右傾斜の調整：開始

ピアノの鍵をゆっくりとスキャンし、両側の鍵の隙間をすべて通過させます。「CANT」は元の傾きを、「NEW」は最後に測定された値を示します。例示されている値はすべて+0.19 mmです。



鍵の左右傾斜の調整：再確認

そのキーをもう一度完全にスキャンします。例えば、横傾きが+0.19mmから+0.03mmに減少した場合、下の直線で最後の測定結果が表示されます。「OK」を押せば完了です。



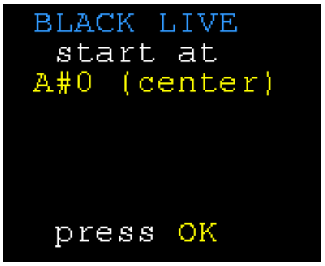
調整後の白鍵の測定結果

B0の横傾きは+0.03 mm、くぼみは+0.00 mmです。DISC: -OK-と表示されている場合は、パンチングの調整量が要求に適合していることを意味します。



黒鍵のリアルタイム測定の開始位置

レーザーをA♯0の中心に合わせ、OKを押して開始してください。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

リアルタイム測定・戻り位置・鍵の左右傾斜　5 / 5

黒鍵のリアルタイム高さ

C♯4、目標とする鍵盤の深さは9.2mm、黒鍵の高さは12.2mmです。
DISCの値は－0.12mmで、*を押して記録してください。



黒鍵のリアルタイム深さ

C♯4の実測鍵盤の深さは8.50mmで、目標値は9.2mmです。調整量は+0.70mmです。*を押して記録してください。



自由移動モード

センサーを必要な位置に移動させた後、#を押して確認してください。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

調整量の読み取りとパンチングの設定　1 / 5

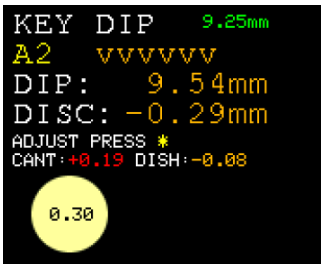
白鍵の深さ：正の調整量

A2の目標値は9.25mmで、実測値は9.13mm、DISCの値は+0.12mmでした。*を押して調整を行ってください。



白鍵の深さ：負の調整量

A2の実測値は9.54mm、DISCは-0.29mmです。下には推奨される0.30mmのパンチングを使用するよう示されています。



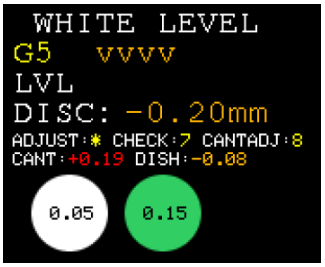
白鍵の高さ：正の調整量

A0のDISCは+0.26mmです。*調整、7検査、8は横傾きの調整です。下部には横傾きとくぼみの値が表示されます。



白鍵の高さ：2種類のパンチング

G5のDISCの厚さは－0.20mmです。推奨される厚さは0.05mmおよび0.15mmです。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

調整量の読み取りとパンチングの設定　2 / 5

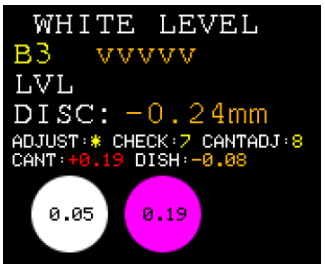
白鍵の高さ：パンチング1枚

B4のDISCの厚さは－0.26mmです。0.25mmのパンチングを使用することをお勧めします。



白鍵の高さ：別の組み合わせ

B3のDISCの厚さは－0.24mmです。推奨される厚さは0.05mmおよび0.19mmです。



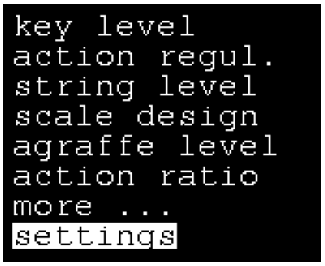
手動調整モード

C4の調整量は－0.12 mmです。「ADJUST-MODE」は調整中を示し、*を押して保存します。



設定を開く

メインメニューから「settings」を選択し、OKを押して開きます。



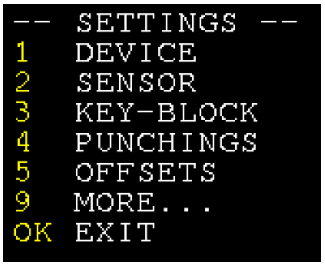
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

調整量の読み取りとパンチングの設定　3 / 5

パンチングの設定を選ぶ

1 装置、2 センサー、3 基準ブロック、4 パンチング、5 オフセット量、9 その他。4を押してパンチングの設定を開き、OKを押して終了します。



パンチングのセットを選ぶ

1から3までの数字を押してグループを選択します。ACTIVEは現在有効なグループを示し、NEWは新規に作成できることを意味します。OKを押して終了します。



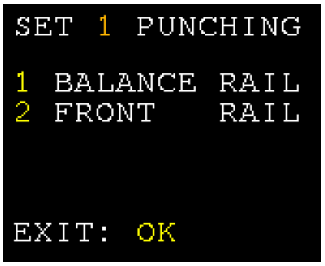
パンチングのセットを管理する

1 現在のグループに設定する、2 厚さを編集する、3 削除する。OKで終了する。



パンチングの位置を選ぶ

1 中間レジスタ（BALANCE RAIL）、2 前方レジスタ（FRONT RAIL）。対応する数字を押して入力し、OK を押して終了します。



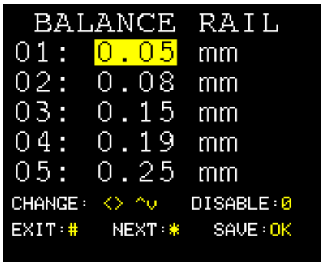
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

調整量の読み取りとパンチングの設定　4 / 5

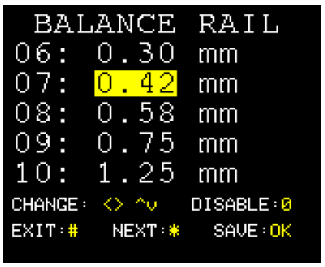
バランス側の厚さ 01–05

方向キーを使用して厚さを選択または変更します。0はその設定を無効にし、#は終了、*は次のページ、OKは保存を意味します。



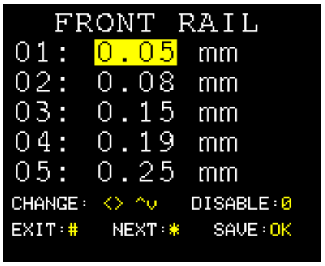
バランス側の厚さ 06–10

例として、07番目の項目「0.42 mm」を選択します。方向キーを使って数値を変更し、OKを押して保存します。



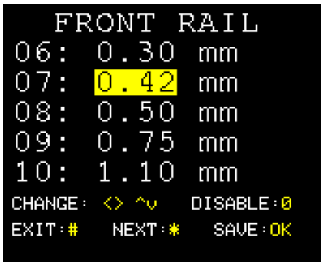
フロント側の厚さ 01–05

例：第01項目「0.05 mm」を選択します。「0」でその仕様を無効にし、「*」で次のページに移動し、「OK」で保存します。



フロント側の厚さ 06–10

例として、07番目の項目「0.42 mm」を選択します。方向キーを使って選択し、値を変更したら「OK」を押して保存します。



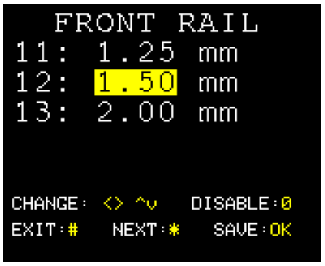
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

調整量の読み取りとパンチングの設定　5 / 5

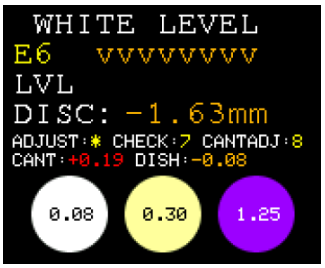
フロント側の厚さ 11–13

例：第12項目「1.50 mm」を選択します。#で終了、*でページをめくり、OKで保存します。



白鍵の高さ：3種類のパンチング

E6のDISCの厚さは－1.63mmです。推奨される厚さは0.08mm、0.30mm、1.25mmです。



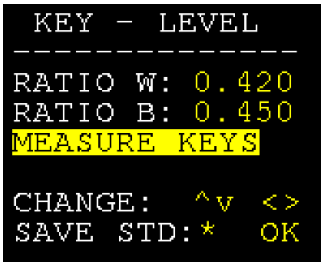
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

鍵盤比とデータ転送　1 / 3

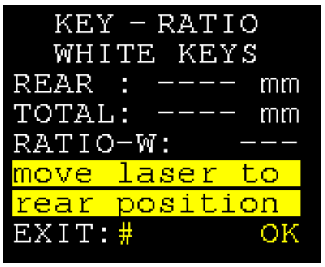
実測した鍵盤比を選ぶ

RATIO Wは白鍵の鍵盤比を、RATIO Bは黒鍵の鍵盤比を指します。「MEASURE KEYS」を選択して開始してください。



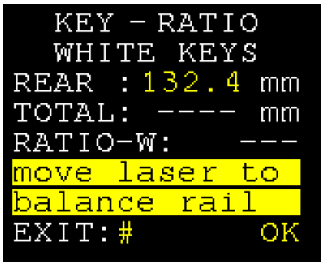
白鍵：後端位置の測定

レーザーをキーボードの後端の測定位置に移動させ、OKを押して確認します。「REAR」は後部の長さを、「TOTAL」は全長を指します。#を押すと終了します。



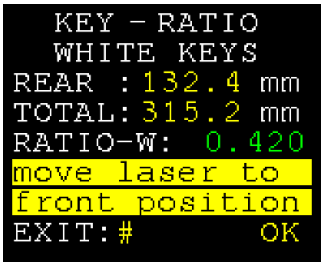
白鍵：支点位置の測定

バランスレールの支点位置に移動し、OKを押して確認します。例では、後腕の長さが132.4mmであることが測定されました。



白鍵：前端位置の測定

ピアノの鍵盤部分の前端に移動し、OKを押して確認します。例では、全長が315.2mmの場合、計算による鍵盤比は0.420となります。



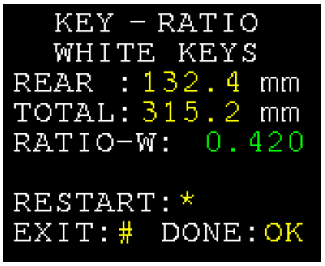
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

鍵盤比とデータ転送　2 / 3

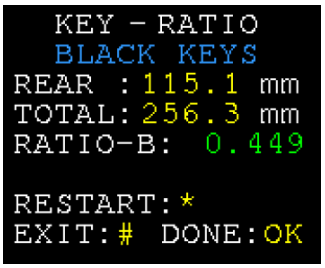
白鍵の鍵盤比の測定結果

リアアームの長さは132.4mm、全長は315.2mmで、鍵盤比は0.420です。
*は再測定を意味し、#は終了を意味し、OKは完了を意味します。



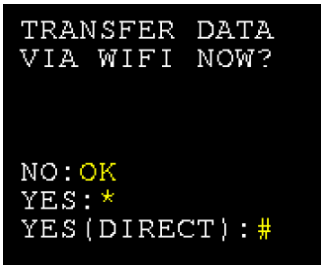
黒鍵の鍵盤比の測定結果

リアアームの長さは115.1mm、全長は256.3mmで、鍵盤比は0.449です。
*は再測定を意味し、#は終了を意味し、OKは完了を意味します。



鍵盤高さのデータを転送する

測定データを今すぐ Wi-Fi で転送するかを選びます。OK で転送せずに進み、* で既存のネットワーク、# で PMP への直接接続を使用します。



既存のネットワークでデータを読み込む

コンピューターまたはスマートフォンを同じ無線ネットワークに接続します。デバイスのウェブページからデータを読み取ります。例えば、デバイスのアドレスは192.168.1.23です。OK、完了です。



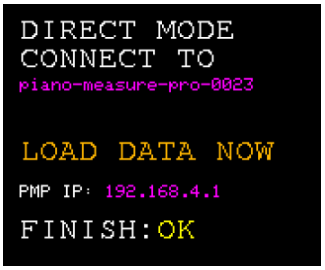
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

鍵盤比とデータ転送　3 / 3

本体のアクセスポイントでデータを読み込む

画面に表示されたデバイスのホットスポットに接続し、192.168.4.1を開いてウェブページからデータを読み取ります。OK、完了です。



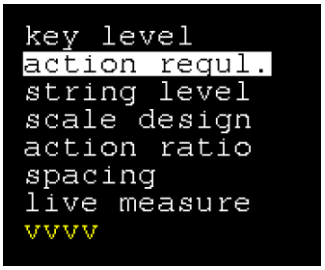
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：基本測定　1 / 8

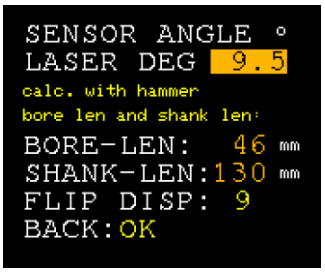
メインメニュー：アクション整調

「action regul.」を選択すると、グランドピアノのアクションの測定と調整に入ります。隣接する項目は、鍵盤高さ、弦の高さ、スケール設計、アクションのレバーアーム比、間隔、およびリアルタイムでの測定です。



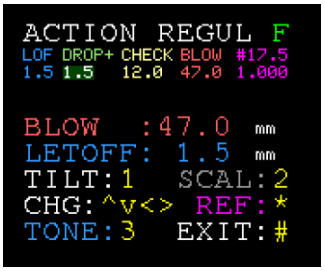
センサー傾斜角

SENSOR ANGLE でセンサー角度を確認・設定します。LASER DEG の例は 9.5° です。BORE-LEN はハンマーヘッドのボア長、SHANK-LEN はハンマーシャンク長です。9 で表示を反転し、OK で戻ります。



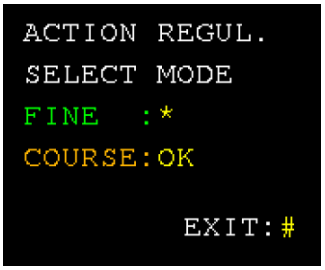
精密モードの測定画面

Fは精密モードを示します。画面の上部には、順にレットオフ、ドロップ量、ハンマーストップ、打弦距離が表示されます。BLOWは打弦距離を、LETOFFはレットオフ距離を意味します。3は音を変更するためのボタンで、#は終了するためのボタンです。



測定モードの選択

「FINE」は精密モードで、*を押して選択します。「COURSE」は画面に表示されている粗調整モードで、OKを押して選択します。#を押すと終了します。



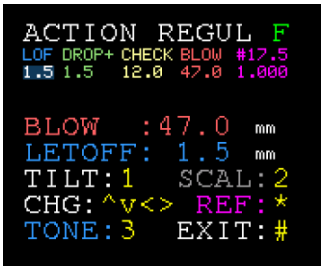
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：基本測定　2 / 8

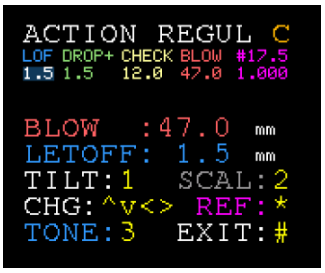
精密モード：打弦距離とレットオフ

例：打弦距離は47.0 mm、レットオフ距離は1.5 mmです。「TILT」は傾斜角の設定を、「SCAL」は2点基準の設定を指します。画面の指示に従って値を変更するか、参考情報を呼び出してください。



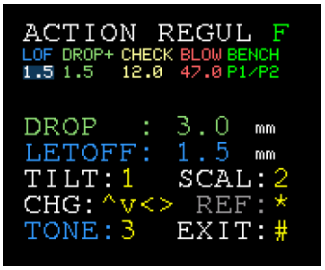
粗調整モード

Cは粗調整モードを示します。画面の上部に表示されている目標値と現在の測定値を確認してください。3を押すと音が変わり、#を押すとモードが終了します。



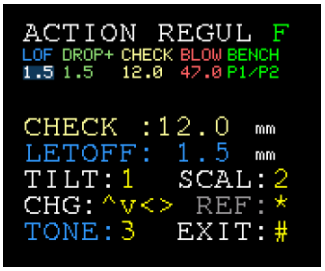
DROP と DROP+ の違い

DROP はハンマーがドロップした位置から弦までの距離で、この例では 3.0 mm です。DROP+ はレットオフ位置からドロップ位置までの落下量です。



ハンマーストップの読み取り

CHECK は、打鍵後にバックチェックで止まったハンマーヘッドから弦までの距離です。この例では 12.0 mm です。LETOFF はレットオフ位置での弦との距離です。



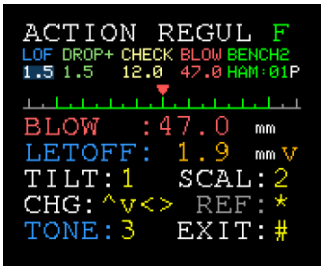
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：基本測定　3 / 8

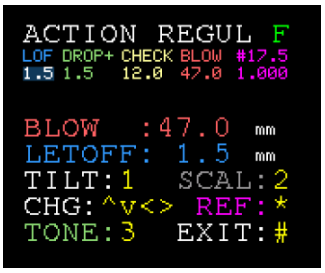
精密モード：一連の測定値の確認

上部の色は各種測定値に対応しており、折れ線グラフは動作過程を示しています。下部にある「BLOW」と「LETOFF」の数値を組み合わせて、現在どの段階にあるかを判断できます。



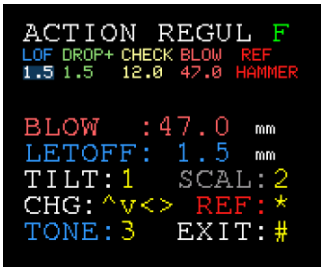
ハンマーを弦に当てて基準を取得する

基準を取得するには、ハンマーヘッドを弦に当てます。*（REF）は基準設定、3（TONE）は音の変更、#（EXIT）は終了です。



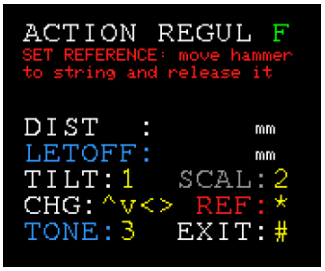
基準を設定済みの測定画面

例示では、打弦距離が47.0ミリメートルであることが示されています。
方向キーを使用して選択項目を変更し、*を押すと参照設定が表示され、3を押すと音が変更され、#を押すと設定を終了できます。



基準位置の設定が必要な場合

SET REFERENCE の指示に従い、ハンマーヘッドを弦まで上げてから離します。
DIST と LETOFF の横線は、測定値が未取得であることを示します。

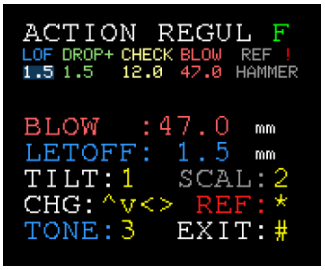


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

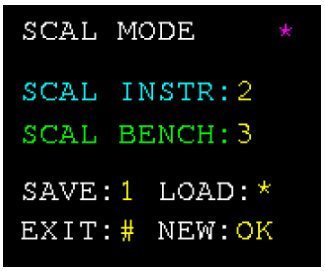
アクション整調：基本測定　4 / 8

打弦位置の基準を取得した後の画面



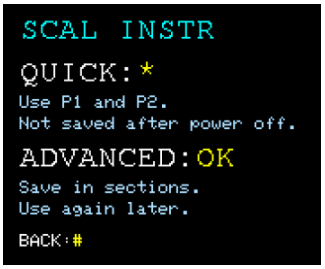
上記の「レットオフ」「ドロップ量」「ハンマーストップ」「ハンマー」の値を確認した後、測定を開始してください。「HAMMER」は、今回使用するハンマーの参照位置を示します。

2点基準モード



2は「SCAL INSTR（楽器上）」を選択し、3は「SCAL BENCH（作業台）」を選択します。1は保存、*は読み込み、OKは新規作成、#は終了を意味します。

楽器上：簡易測定または区間別測定の選択



*（QUICK）は P1 と P2 を使う簡易測定です。電源を切ると基準は保持されません。OK（ADVANCED）は区間ごとに保存して後で再利用する方式です。# で戻ります。

楽器上：簡易測定の基準が未設定の場合



P1/P2: NOT SET と表示されている場合は、2つの参照点の設定がまだ必要です。3 を押してP1/P2を設定し、#を押して戻り、OKを押して調整を開始してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：基本測定　5 / 8

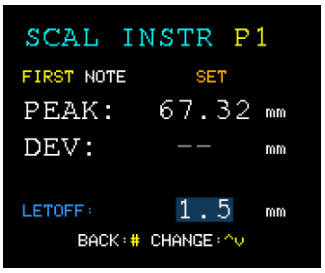
楽器上 P1：最初の基準音

FIRST NOTE は最初の基準音です。DIST は距離、DEV は偏差を示します。まだ読み取り値がなければ横線が表示されます。レットオフの目標値を確認してください。# で戻ります。



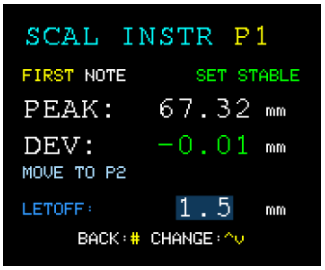
楽器上 P1：ピーク値の取得

「SET」は第一の基準音が取得されたことを示します。「PEAK」はピーク値を、「DEV」は現在の偏差を意味します。例えば、ピーク値が67.32 mm、レットオフの目標値が1.5 mmの場合です。



楽器上 P1：値の安定

SET STABLE は測定値が安定したことを示します。例の DEV は −0.01 mm です。MOVE TO P2 の指示に従い、2番目の基準音へ移動します。



楽器上 P2：2番目の基準音

「SECOND NOTE」は第二の参照音を意味し、「NOT SET」はまだ設定されていないことを示します。装置を第二の参照音に移動させ、本文に記載された手順に従って値を設定してください。



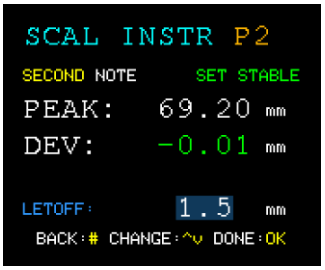
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：基本測定　6 / 8

楽器上 P2：値の安定

第二の参照音のピーク値は69.20 mmで、偏差は－0.01 mmです。OKで完了、#で戻ります。方向キーを使用すると、選択した対象を変更できます。



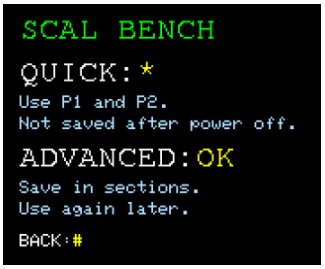
楽器上：簡易測定の基準設定完了

P1/P2: SETと表示されている場合は、両方のポイントが設定されていることを意味します。電源を切ると設定は保持されません。3を押すと設定をやり直し、OKを押すと調整を行い、#を押すと元の設定に戻ります。



作業台：簡易測定または区間別測定の選択

SCAL BENCH：*を押すと2点のみを使用する簡易モードを選択でき、OKを押すと弦の位置を保存できる高度なモードを選択できます。#を押すと元の設定に戻ります。



作業台：基準が未設定の場合

3を押してP1/P2を設定します。例示されている2つのポイントはまだ設定されていません。この迅速な基準設定は、電源が切れると保持されません。OKを押して調整し、#を押して元に戻します。



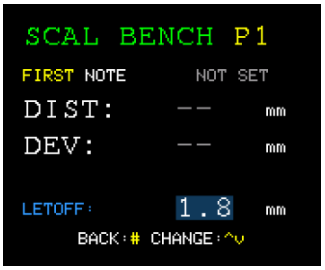
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：基本測定　7 / 8

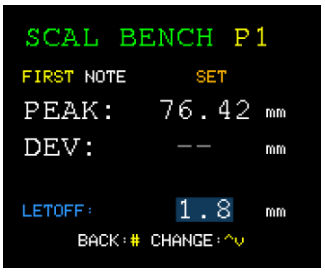
作業台 P1：最初の基準音

第一の参照音はまだ設定されていません。LETOFFの目標値を確認し、測定値を取得した後でピーク値と偏差を確認してください。#を押して戻ります。



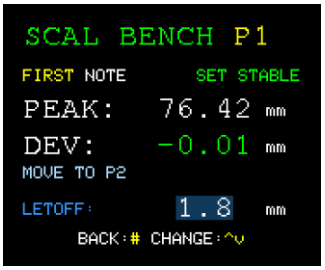
作業台 P1：ピーク値の取得

第一の参照音において、ピーク値が76.42 mmで測定されました。この例では、レットオフの目標値は1.8 mmです。



作業台 P1：値の安定

第一の参照音が安定しました。例示された偏差は −0.01 mmです。「MOVE TO P2」の指示に従って第二の参照音に移動してください。



作業台 P2：測定待ち

第二の参照音はまだ設定されていません。この端のレットオフ目標値を確認すると、この例では1.6 mmです。

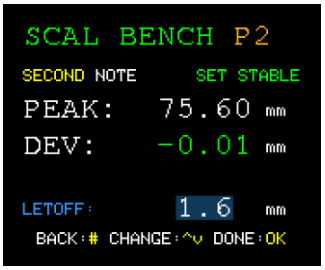


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：基本測定　8 / 8

作業台 P2：測定完了



第二の参照音のピーク値は75.60 mmで、偏差は－0.01 mmです。OKを押して2点設定を完了し、#を押して元に戻ります。

作業台：簡易測定の基準設定完了



P1/P2: SETと表示されている場合は、2つの作業台の参照点がすでに設定されていることを意味します。3を押すと設定をやり直し、OKを押すと調整に入ります。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：詳細測定と区間　1 / 3

弦の区間データの保存先を選ぶ

スロットを選択して開始する：数字キーを使用して保存スロットを選択します。USEDは既に使用中、FREEは空いています。下部には残りの容量が表示されます。*は保存管理用、#は終了用です。



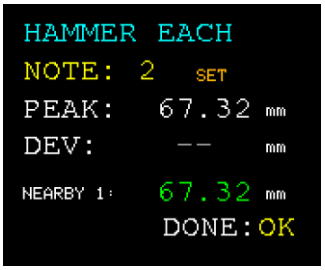
個別ハンマー測定：区間の概要

「SECTION」とは弦の領域を、「COUNT」とは音数を、「REFS」とは参照値の数を指します。「NOTE」を選択して「PEAK」を確認し、「OK」で測定を行い、「*」で目標値を設定し、「#」で戻ります。



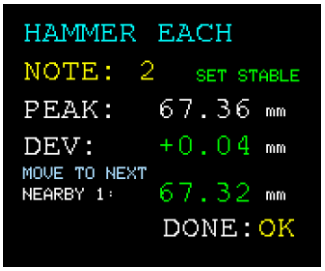
個別ハンマー測定：測定済み

第2音の測定値が得られました。PEAKは67.32mmです。NEARBYには隣接する音の値が表示されます。OKを押すと処理が完了します。



個別ハンマー測定：安定した値

第2音のピーク値は67.36mmで、偏差は+0.04mmです。「MOVE TO NEXT」を選択すると次の音に移動します。「OK」を選択すると処理が完了します。



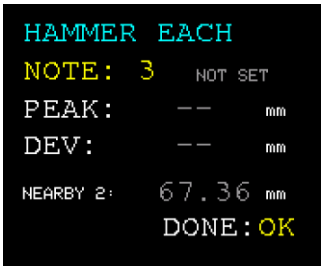
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：詳細測定と区間　2 / 3

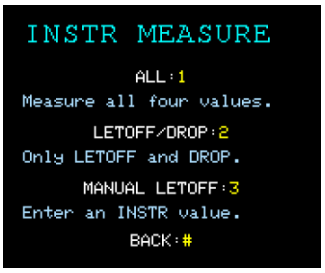
個別ハンマー測定：未測定

第3音は「NOT SET」です。下記の隣接音の値を参照してください。横線がある場合は、その音についてまだ測定値がないことを意味します。



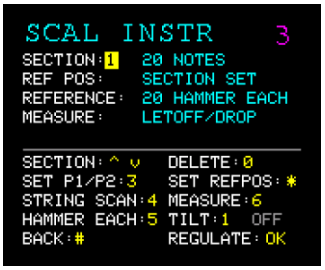
楽器上で測定する項目を選ぶ

1（ALL）で4項目すべてを測定します。2（LETOFF/DROP）ではレットオフとドロップ量だけを測定します。3（MANUAL LETOFF）ではレットオフ値を手入力します。# で戻ります。



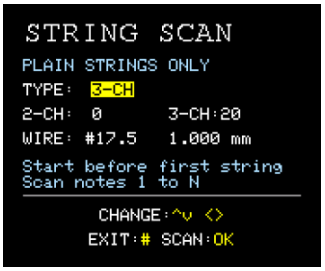
楽器上の区間メニュー

弦の領域、音数、参照位置、参照値、および測定項目を表示します。対応する数字を押してP1/P2を設定し、弦をスキャンしたり、個々のハンマーを測定したりできます。また、参照位置や傾斜角を削除したり設定したり、調整を行うこともできます。



弦スキャンの設定

裸線のみを測定します。弦の種類、2本または3本の弦の組み合わせ、線の太さを選択してください。スキャンの開始点は1本目の弦の前でなければなりません。全ての弦の範囲をスキャンしてください。「OK」でスキャンを開始し、「#」で終了します。

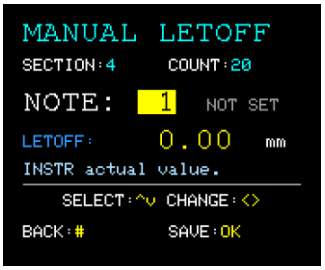


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

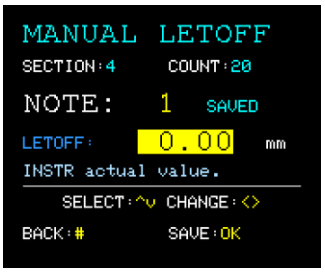
アクション整調：詳細測定と区間　3 / 3

レットオフ値の手入力



弦区画内の音名を選択してください。「NOT SET」はまだ入力されていないことを意味します。その音のピアノ内で実際に測定された「レットオフ」値を入力し、OKを押して保存してください。#を押すと元の状態に戻ります。

保存済みの手入力レットオフ値



第1音が保存されました。例示されているレットオフ値は0.00 mmです。方向キーを選択または変更した後、OKを押して保存してください。

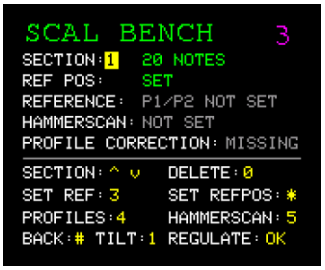
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：楽器上と作業台の照合　1 / 6

作業台の区間メニュー

弦区の音数、参照位置、2点基準、ハンマーのスキャン状況、および輪郭修正の状態を表示します。数字キーを押すと対応する項目が開き、OKを押すと調整が行われ、#を押すと元の状態に戻ります。



楽器上の測定値との照合：音番号の選択

MATCH INSTR の区間 1 です。照合する音を選択します。NOT SET は照合点が未設定であることを示します。OK（MEASURE）で測定、*（TARGETS）で目標値の設定、#（BACK）で戻ります。



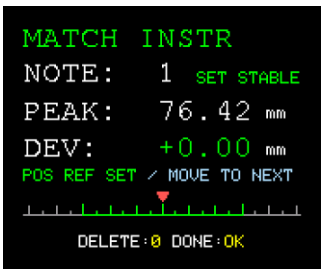
最初の照合点を測定する

第1音はまだ NOT SET です。最初の照合点の記録と同時に位置基準が設定されます。0（DELETE）は削除、OK（DONE）は測定画面の終了です。



照合点の読み取り値が安定した状態

「POS REF SET」とは、位置の基準が設定されたことを意味します。「MOVE TO NEXT」とは、次の音に移動するよう指示するもので、現在のピーク値と偏差も表示されます。



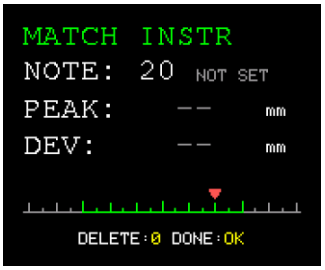
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：楽器上と作業台の照合　2 / 6

区間の反対端を選ぶ

第20音はまだ設定されていません。選択した音を線で示します。OKで完了、0で削除します。



照合する第20音への移動

第20音はまだ NOT SET です。赤いマーカーを目安に測定位置へ移動し、照合値を取得します。



複数の照合点を確認する

「COUNT」は音数を、「REFS」は既存の参照点数を、「MAX DEV」は最大偏差を指します。方向キーを使用して音を変更し、*を使って目標を設定し、OKを押して測定を行います。



両端のレットオフ目標値を設定する

「FIRST」と「LAST」はそれぞれ弦区の最初の音と最後の音を指します。例では2.0mmと1.5mmを使用しています。上下キーで行を選択し、左右キーで値を調整し、OKを押して完了します。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：楽器上と作業台の照合　3 / 6

照合データが未保存の場合

これらの測定値を保持しますか？測定値をそのまま残すかどうかを選択してください。OKを押して保存し、*を押して放棄し、#を押して元に戻します。



保存済みの照合結果の概要

第1弦区には合計20個の音があり、すでに3つの参照点が設定されています。第10音は“SET”です。*が目標値を示し、OKボタンで測定を行います。



2番目の基準点を測定した後の概要

例には2つの参照点があります。MAX DEVとは最大偏差を指します。方向キーを使って音を変更し、OKを押して測定を行います。



両端を同じレットオフ目標値に設定する

「FIRST」と「LAST」はどちらも1.5mmと仮定します。上下キーは端点を選択し、左右キーは値を調整します。「OK」を押すと完了です。



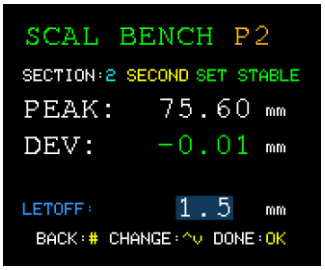
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：楽器上と作業台の照合　4 / 6

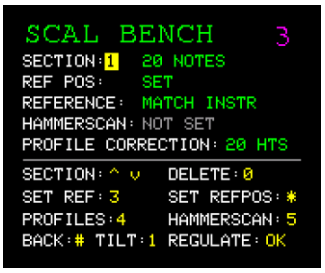
作業台の2番目の基準点

2番目の参照音が安定しました。例示されたピーク値は75.60 mm、偏差は −0.01 mmです。OK、完了です。



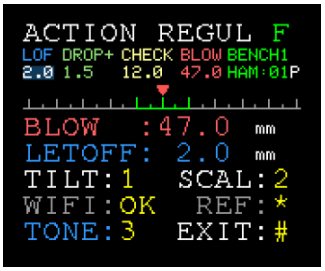
作業台のプロファイル補正

PROFILE CORRECTION に補正に使うハンマー数が表示されます。例は 20 HTS です。弦区の基準、位置基準、ハンマースキャンの状態を確認し、OK（REGULATE）で整調へ進みます。



作業台モードで整調の結果を確認する

上部のカラーフィールドには各種結果が表示されます。「BLOW」は打弦距離を、「LETOFF」はレットオフを意味します。「WIFI」の表示はウェブページへの接続に関連しています。#は終了を示します。



弦を再スキャンするか、保存済みデータを使うかを選ぶ

1を押すと、この弦域を再スキャンします。2を押すと、STRING LEVEL から保存されているデータや弦域をコピーできます。#を押すと元に戻ります。



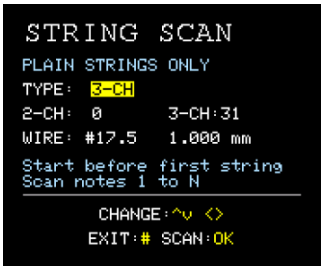
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：楽器上と作業台の照合　5 / 6

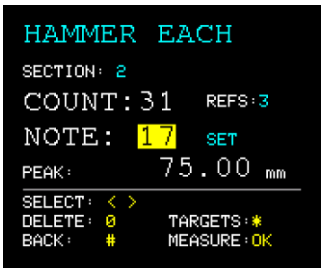
弦の種類と本数を確認する

対象は裸線のみです。例は 2本弦の音が 0、3本弦の音が 31、線径が 1.000 mm です。最初の弦の手前から区間全体をスキャンします。OK（SCAN）で開始します。



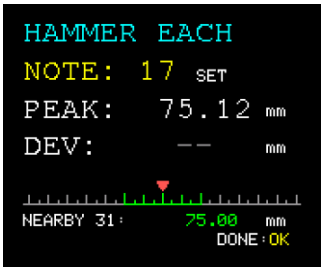
31音の個別ハンマー測定

例えば、第2弦区には合計31個の音があり、現在は17番目の音に位置しています。その音のピーク値やこれまでに得られた参考値を確認できます。「OK」を押して測定を開始し、「*」を押して目標値を設定します。



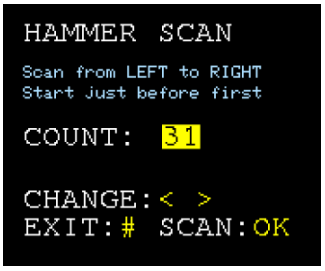
17番目の音のピーク値を確認する

第17音の PEAK は 75.12 mm です。NEARBY には第31音の 75.00 mm が表示されています。OK（DONE）で戻ります。



区間のハンマー全体をスキャンする

左から右へスキャンを行い、最初のハンマーの前から始めます。COUNT は予想されるハンマーの数で、この例では31です。方向キーを使って修正し、OKを押してスキャンを開始します。



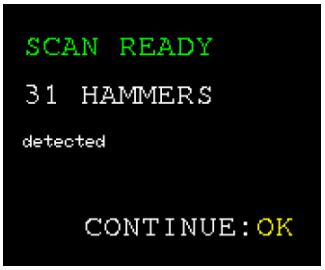
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：楽器上と作業台の照合　6 / 6

ハンマースキャン完了

31本のハンマーが検出されました。OK（CONTINUE）で次へ進みます。



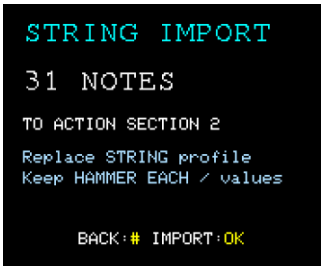
弦高測定をデータの取得元に選ぶ

「STRING LEVEL」から「SLOT」と「SECTION」を選択します。裸線のデータのみを使用し、本文中に記載された方法に従ってハンマーの順序と一致させます。「OK」を押してインポートし、「#」を押して戻します。



読み込み先の区間を確認する

31音分の弦データをアクション整調の区間 2 に読み込み、既存の STRING プロファイルを置き換えます。HAMMER EACH の測定値と整調値は保持されます。OK で読み込み、# で戻ります。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：保存・位置・基準　1 / 7

アクション測定の保存先を読み込む

数字キーを使用して、使用可能な位置を選択します。FREEは空いている位置を意味します。*はストレージ空間の管理に使用され、#は終了を意味します。



楽器上の位置基準を復元する

以前に位置決めに使用した弦区とハンマーを選択します。この例では、第1弦区の第1のハンマーを選択します。左右のキーを使って選択し、OKを押して完了します。#を押すと元に戻ります。



作業台の位置基準を復元する

RESTORE：*キーを押して元のマーカーポイントを使用します。
NEW POINT：1キーを押して新しいポイントを設定します。これにより、関連する作業台ポイントやスキャンデータが削除されます。画面には、位置決めすべき最初のハンマーが表示されます。



開始・再開する保存先を選ぶ

データを開くには、保存されている番号を押してください。USEDは使用中、FREEは空いています。*は保存の管理、#は終了を意味します。



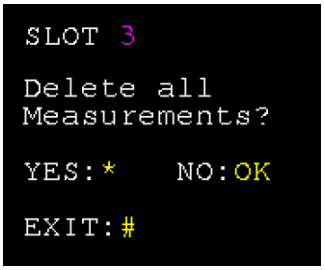
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：保存・位置・基準　2 / 7

保存先のデータをすべて削除するかを選ぶ

例：第3の保存位置です。すべての測定データを削除しますか？* は確認、OKはいいえ、#は終了です。



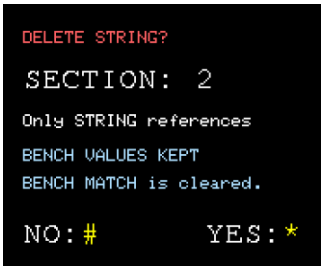
削除する楽器上のデータを選ぶ

2つの基準点、弦のスキャン、各打鍵時の参照データ、調整値、または楽器上のすべてのデータを個別に削除できます。画面に表示された数字を選択して操作し、#を押すと元に戻ります。



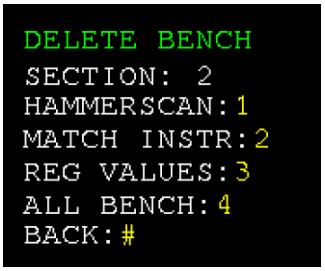
弦の基準データの削除を確認する

この弦区の弦の参照情報のみを削除し、作業台の測定値はそのまま保持します。作業台のマッチング設定も削除します。*は確認を、#はキャンセルを意味します。



削除する作業台のデータを選ぶ

ハンマーのスキャン、ピアノ内部のデータとのマッチング、調整値、または作業台のデータ全体を個別に削除できます。表示された数字を選択して操作を行い、#を押すと元に戻ります。



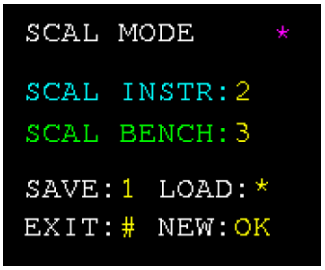
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：保存・位置・基準　3 / 7

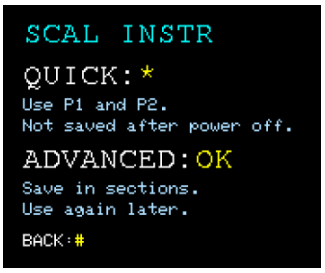
2点基準モードを選択して保存する

2は楽器上、3は作業台を指します。1は保存、*は読み取り、OKは新規作成、#は終了を意味します。保存されたデータの番号は右上角に表示されます。



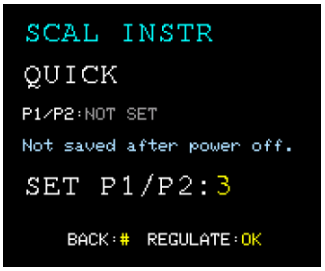
楽器上の測定：詳細手順

*（QUICK）は P1 と P2 を使う簡易方式です。電源を切ると基準は保持されません。OK（ADVANCED）は弦区ごとに設定を保存し、後で再利用できます。# で戻ります。



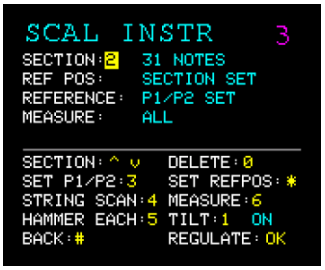
楽器上の2点基準：設定の開始

P1/P2はまだ設定されていません。3を押して参照点を設定し、OKを押して調整を開始し、#を押して戻します。



楽器上で測定する31音の区間の概要

表示例は区間 2 の31音です。位置基準と P1/P2 は設定済みで、MEASURE は ALL です。画面上のキーで設定や測定を行い、OK（REGULATE）で整調画面を開きます。



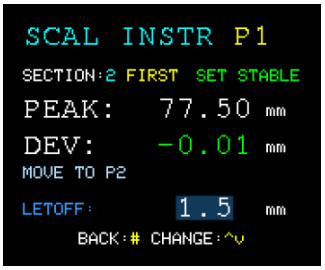
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：保存・位置・基準　4 / 7

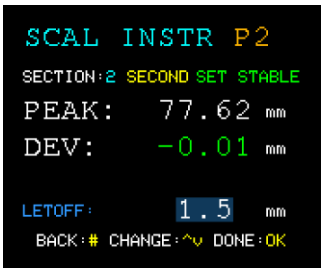
区間 2 の最初の基準音

最初の基準音の測定値が安定しました。PEAK は 77.50 mm、DEV は −0.01 mm です。MOVE TO P2 の指示に従い、2番目の基準音へ移動します。



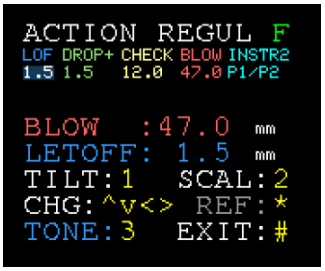
区間 2 の2番目の基準音

基準音の測定値が安定しました。PEAK は 77.62 mm、DEV は −0.01 mm です。OK（DONE）で確定します。



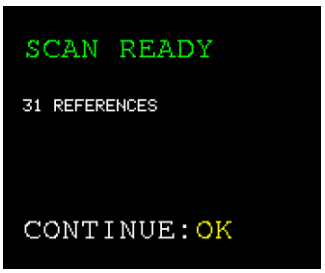
楽器上での整調値を確認する

画面上部の LOF、DROP+、CHECK、BLOW は整調項目です。この例では INSTR 2 が区間 2 の楽器上測定、P1 / P2 が2点基準を使用していることを示します。



基準点のスキャン完了

31個の参照点を検出しました。OKを押して続行してください。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：保存・位置・基準　5 / 7

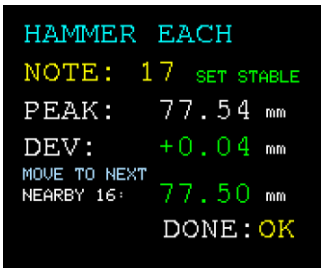
31音の区間：個別ハンマー基準の概要

例は区間 2 の 31 音で、REFS は 0 です。第1音はまだ基準値が未設定です。OK（MEASURE）で測定し、*（TARGETS）で目標値を設定します。



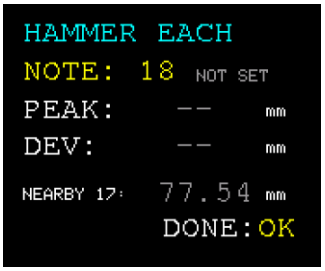
個別ハンマーの安定したピーク値

第17音は安定しており、ピーク値は77.54mm、偏差は+0.04mmです。下には隣接する参考値が表示されています。



未測定の第18音と隣の測定値

第18音は NOT SET です。NEARBY には直前に測定した第17音のピーク値 77.54 mm が表示されます。



楽器上の基準位置：再使用または新規設定

*（RESTORE）で同じ印の位置を使います。1（NEW COMMON）で新しい共通位置を設定すると P1/P2 が消去されます。スキャンは保持されます。# で戻ります。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アクション整調：保存・位置・基準　6 / 7

測定済みの音から楽器上の基準を復元する

区間 2 の第17ハンマーが選択され、SET と表示されています。左右キーで選択し、OK（DONE）で確定します。# で戻ります。



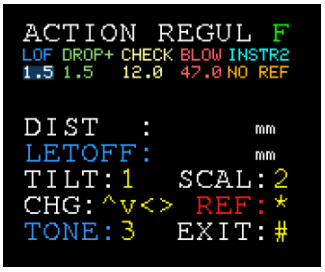
作業台の基準位置：再使用または新規設定

* 同じマークポイントを使用してください。1 新しいポイントを作成し、作業台のポイントとスキャンをクリアしてください。画面には最初のハンマーと弦区内の音名が表示されます。



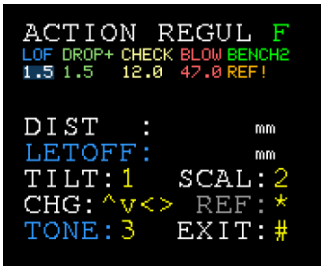
楽器上でリアルタイムの偏差を測る

INSTR2 は楽器上の区間 2 を示します。DIST や LETOFF の横線は、まだ測定値が取得されていないことを示します。



作業台の測定：基準取得待ち

DIST や LETOFF の横線は測定値が未取得であることを示します。*（REF）で基準の設定を開きます。

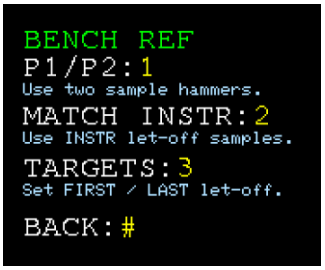


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

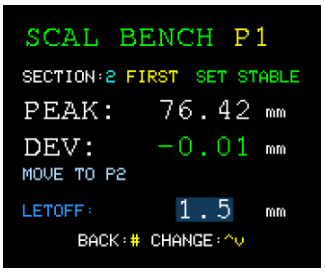
アクション整調：保存・位置・基準　7 / 7

作業台の基準データの取得元を選ぶ



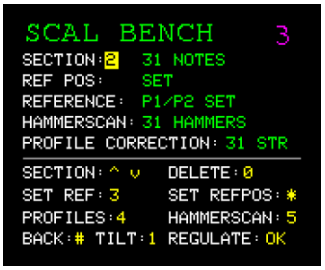
1. 2つのサンプルハンマーを使用してP1/P2を設定する。　2. 楽器上のサンプルとレットオフ状態を一致させる。　3. 最初と最後のレットオフタイミングを設定する。# 戻る。

作業台 P1 の値が安定した状態



例示値：ピーク値76.42 mm、偏差 −0.01 mm。P2に移して測定を続けます。

作業台の区間：プロファイルの確認



音数の確認、2点基準、ハンマーのスキャンを行います。PROFILE CORRECTIONでは修正状態が表示されます。対応する数字を押して設定し、OKを押して調整します。

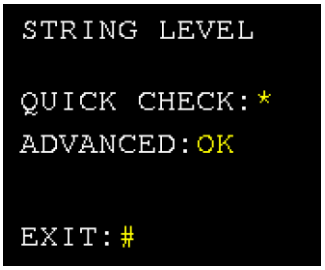
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

同音弦群：簡易チェックと弦高調整　1 / 3

弦高をそろえる方法を選ぶ

* QUICK CHECK 同音弦組の迅速なチェック；OK ADVANCED 高精度な測定；# 終了。



自動傾斜補正の結果

例：横傾き +0.35° は、高さ100mmあたり+0.61mmに相当します。スキャン品質は94%です。OKを押して続行してください。



自動傾斜補正のスキャン

センサーをゆっくりと弦の上を滑らせてください。LENはスキャンした長さを示します。安定した状態を保ちながら、装置が必要な範囲のデータを収集するのを待ってください。



自動傾斜補正のスキャンが無効な場合

SCAN INVALID / TOO SHORT：スキャンした長さが不足しています。画面上に長さとポイント数が表示されます。OKを押すと処理を続行し、再度サンプリングを行います。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

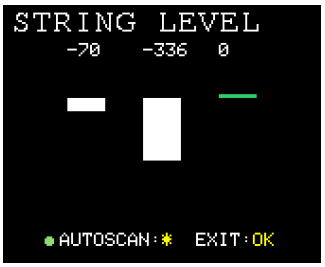
同音弦群：簡易チェックと弦高調整　2 / 3

同音弦群の簡易チェックを開始する



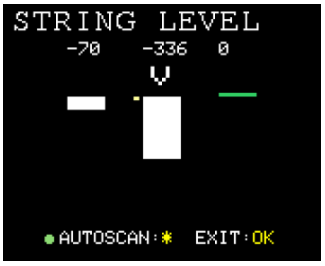
*を押すと自動的にスキャンが行われ、OKを押すと終了します。各弦の測定値が表示され、相対的な高さがわかります。

同音弦群内の相対高さ



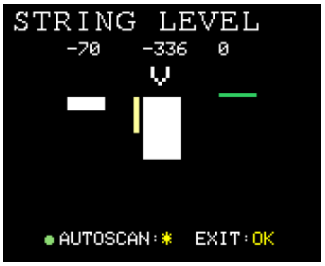
3つの列はそれぞれ同じ音階の3本の弦に対応しています。各列に記載された数値と柱状図を参照して相対的な高さを確認してください。*は自動スキャン機能を示し、OKを押すとその機能を終了します。

同音弦群内の弦を選ぶ



白色の矢印で現在の弦が示されており、上部には3本の弦の相対的な読み取り値が表示されています。*は自動スキャン機能を示し、OKはその機能を終了させます。

調整中の偏差を確認する



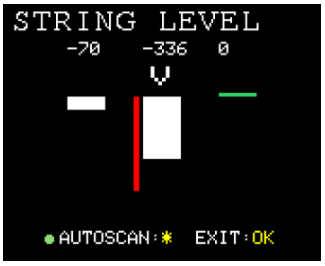
中央の列と矢印で現在の測定位置を示します。相対的な高さを参考にして調整が必要な弦を判断し、作業が完了したら再度スキャンしてください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

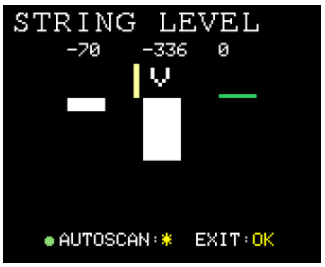
同音弦群：簡易チェックと弦高調整　3 / 3

同音弦群内の高低差を確認する



赤い縦線は、大きな高さ差を示しています。3列の数値を基準にして、* をもう一度スキャンし、OKで終了します。

同音弦群を再測定する



同じ弦列の3つの列の相対的な高さを再度読み取り、調整効果を確認します。* 自動スキャン、OKで終了します。

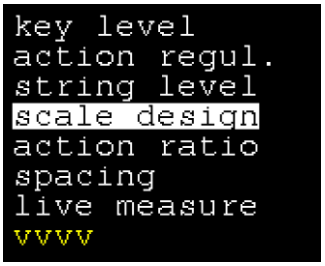
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：設定と保存済みデータ　1 / 3

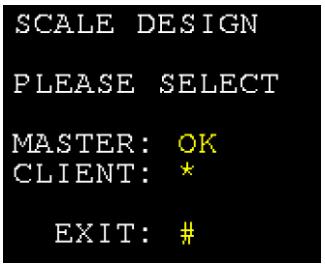
メインメニュー：スケール測定

「スケールデザイン」を選択すると、弦の長さ、弦を叩く位置、および駒にかかる圧力の測定画面に移ります。



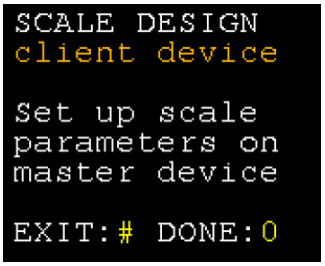
2台の測定器に役割を割り当てる

マスター機でOKを押し、クライアント機で*を押してください。#を押すと終了します。弦列および弦の設定はマスター機で行ってください。



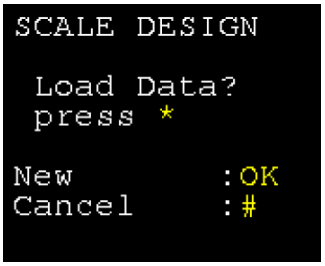
クライアント機：マスター機の設定待ち

マスター機で弦列の設定を行ってください。#を押すと終了し、0を押すと現在の手順が完了します。



保存済みのスケールデータを読み込む

*を押すと既存のデータを読み取り、OKを押すと新規に作成し、#を押すとキャンセルします。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：設定と保存済みデータ　2 / 3

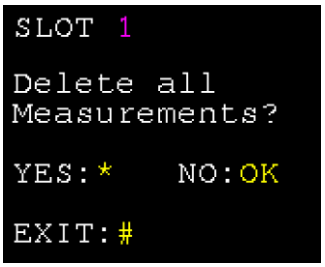
読み込む保存先を選ぶ

数字キーはそれぞれの記憶領域に対応しています。USEDは使用済み、FREEは空いています。*は記憶管理のため、#は終了のために使用されます。



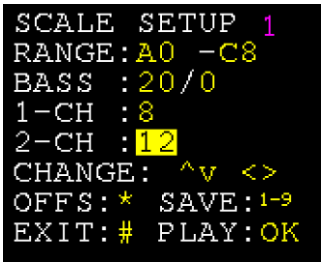
保存先の消去を確認する

この例では、第1の保存領域について説明しています。すべての測定データを削除しますか？* はい、OK　いいえ、#　終了。



測定範囲と弦の構成を設定する

音域、低音弦の数、単弦および複数弦の音組の数を設定します。方向キーを使用して変更します。*はオフセットを設定するためのキーで、1から9までの値を保存でき、OKを押すとPLAYモードに入ります。#を押すとモードを終了します。



スケールデータを保存する

対象の保存場所を選択してください。まず、使用中の場所と空いている場所を区別してください。*を押すと保存管理に入り、#を押すと戻ります。



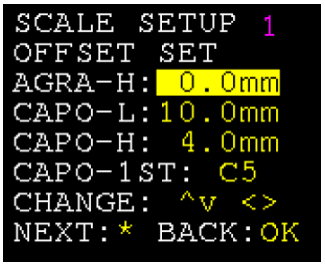
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：設定と保存済みデータ　3 / 3

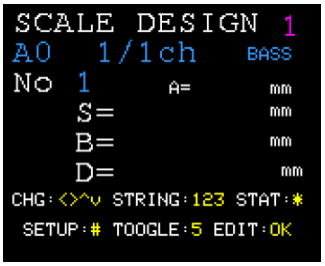
測定オフセットを設定する

AGRA-H はアグラフの高さ、CAPO-L はカポバー側の長さ、CAPO-H はカポバー側の高さの補正量です。CAPO-1ST にはカポバーを使う最初の音を設定します。
* で次へ、OK で戻ります。



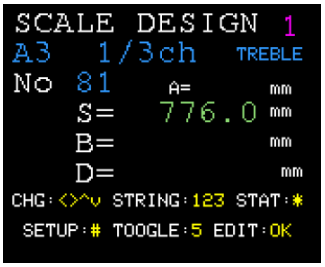
マスター機：現在の音の読み取り値が未取得

A0、単弦、第1弦。S は有効弦長、B は全弦長、D は駒圧を示します。
後部弦長は A = B − S です。横線は未測定を示します。



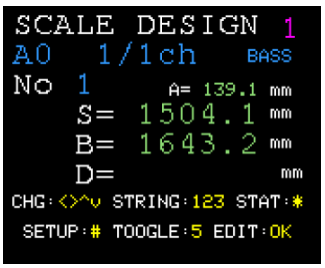
選んだ音と弦の有効弦長を確認する

例は A3 の3本弦のうち第1弦です。S は 776.0 mm です。音名、弦番号、音域を確認してから測定を続けます。



低音部の弦長データ

例としてA0のシングル弦を取り上げます。SとBの読み値を確認してください。画面上の指示に従って音を選択したり、弦の順序を変更したり、設定を行ったり編集したりしてください。



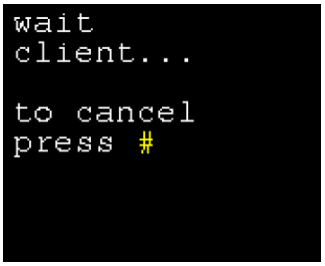
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：マスター機・クライアント機と開始位置　1 / 2

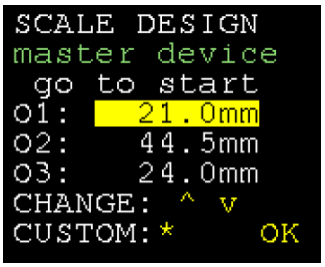
クライアント機を待つ

クライアントの待機中です…：マスター機がクライアント機を待っています。#を押すと待機を解除できます。



マスター機：開始位置に移動

各位置決め基準のO1、O2、O3の数値に従って開始位置に到達します。方向キーで調整し、*を使用してカスタマイズ可能、OKで開始します。



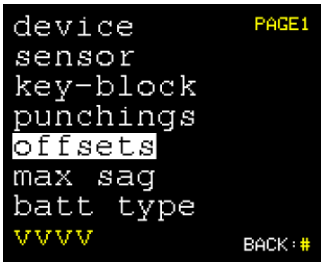
クライアント機：開始位置に移動

クライアント機を元の位置に戻し、OKを押して開始します。



メイン設定のオフセット

最初のページで「オフセット」を設定します。その他の項目には、デバイス、センサー、基準ブロック、パンチング、最大下垂量、バッテリーの種類などが含まれます。#を押すと戻ります。



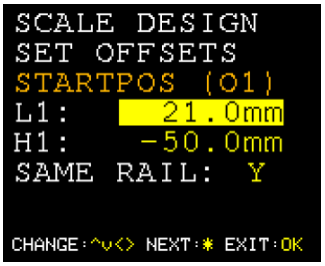
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：マスター機・クライアント機と開始位置　2 / 2

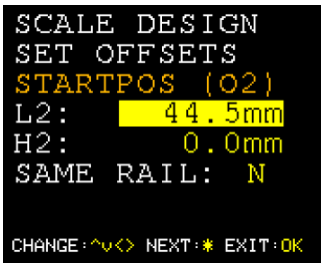
開始位置 O1 の設定

L1は第一項目の長さを、H1は高さを指します。SAME RAILは、同じガイドレールを使用するかどうかを示します。方向キーで変更し、*を押すと次の項目に移り、OKを押すと終了します。



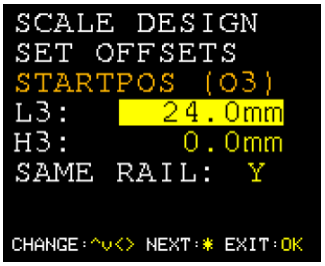
開始位置 O2 の設定

L2 は長さ、H2 は高さのオフセットです。例は 44.5 mm と 0.0 mm で、連結した別々のレールを使うため SAME RAIL は N です。* で次の項目へ進みます。



開始位置 O3 の設定

L3は第3の長さを、H3は高さを指します。この例では24.0mmと0.0mmです。方向キーを使用して変更し、OKを押して終了します。



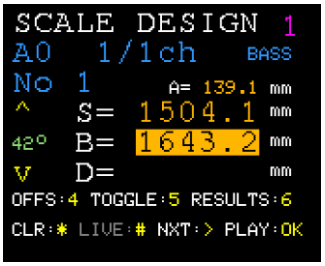
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：測定と駒圧の計算　1 / 6

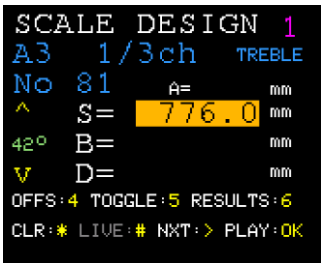
マスター機：読み取る項目の選択

例：B = 1643.2 mmを選択します。OFFSを選ぶとオフセット値を確認でき、TOGGLEを選ぶと表示を切り替えることができ、RESULTSを選ぶと結果を確認でき、PLAYを選ぶと操作画面に戻ります。



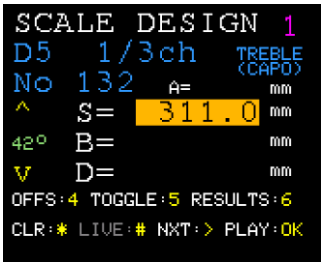
マスター機：有効弦長 S の選択

A3、第1弦、S = 776.0 mm。上下の選択フィールドを使用し、現在の画面の指示に従って表示を切り替えたり、結果を確認したりしてください。



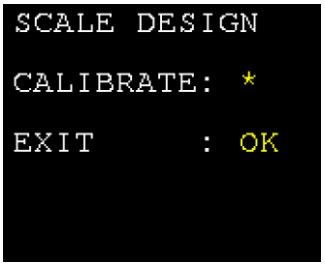
高音部の有効弦長

例として、D5の3弦セットの1番目の弦の場合、Sの値は311.0mmです。音域、音名、弦の順番を確認してください。



スケール測定の校正

*を押してCALIBRATEの校正モードに入り、OKを押して終了します。



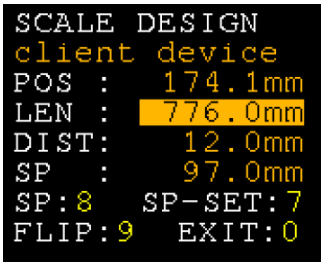
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：測定と駒圧の計算　2 / 6

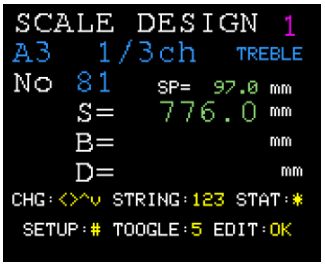
クライアント機：位置・弦長・打弦点

POS は現在位置、LEN は弦長、DIST は距離、SP は打弦点です。8（SP）で打弦点への案内を開き、7（SP-SET）で位置基準を設定します。9 で表示を反転し、0 で終了します。



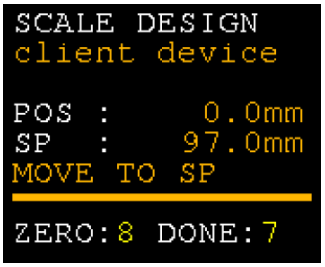
マスター機：クライアント機の測定値の確認

現在はA3三弦組の1番弦で、画面には打弦位置SPと有効弦長Sが表示されています。案内に従って弦の順序を切り替えたり、編集したりしてください。



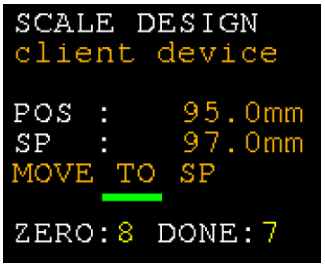
クライアント機：打弦点側へ移動

MOVE TO SP は算出した打弦点への移動を指示します。図では POS が 0.0 mm、SP が 97.0 mm です。8（ZERO）でゼロを設定し直し、7（DONE）で通常表示に戻ります。



クライアント機：打弦点に接近

現在の位置は95.0 mmで、目標は97.0 mmです。ゆっくりと動きを続けてください。



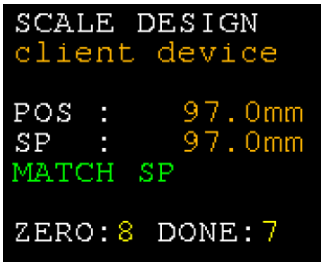
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：測定と駒圧の計算　3 / 6

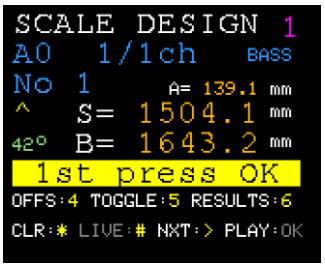
クライアント機：打弦点に到達

「MATCH SP」とは、現在の位置が目標の弦打ち位置と一致していることを意味します。この例では、どちらも97.0mmです。7を押して完了します。



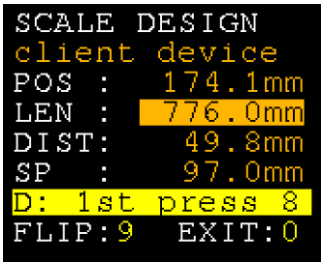
駒の測定：第1段階

マスター機で測定対象の音と同音弦群の弦番号を確認します。1st press OK の表示に従い、最初の測定点で OK を押します。



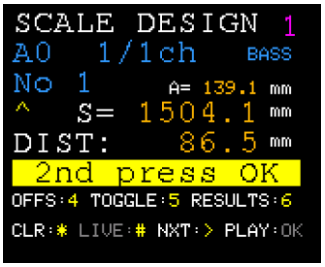
クライアント機：最初の測定点の取得

位置、弦の長さ、および測定値を確認してください。D: 1st press 8とは、クライアント機で8を押して最初の点を取得することを意味します。



駒の測定：第2段階

2回目にOKを押すと、2番目の測定ポイントでOKを押すように指示されます。同じ弦と同じ測定設定を維持してください。



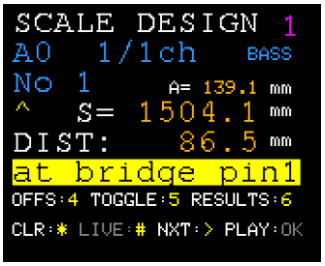
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：測定と駒圧の計算　4 / 6

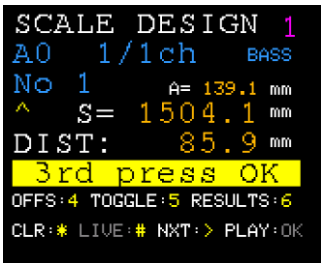
最初の駒ピンの位置

ブリッジピン1の位置で：測定ポイントを最初の駒ピンの位置に移動し、その後本文に記載された手順に従って値を測定してください。



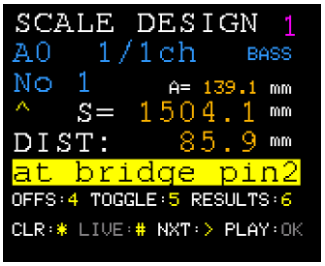
駒の測定：第3段階

3回目の押下でOK：指定された3番目の測定ポイントでOKを押してください。



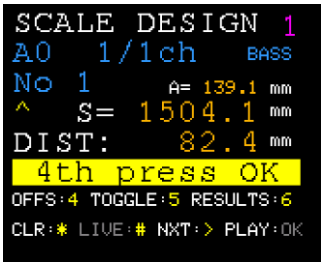
2番目の駒ピンの位置

ブリッジピン2の位置で：測定ポイントを2番目の駒ピンの位置に移します。



駒の測定：第4段階

4回目の押下でOK：指定された4番目の測定ポイントでOKを押します。



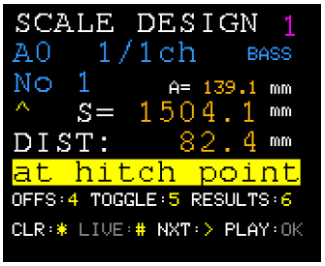
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：測定と駒圧の計算　5 / 6

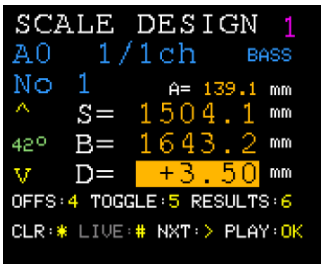
ヒッチピン側の支持点

at hitch point の指示に従って、ヒッチピン側で弦が実際に接する後部弦支持部を測定します。音名と同音弦群内の弦番号を確認します。



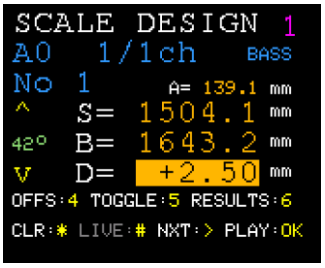
幾何学的な駒圧の測定結果

D 行にその弦の幾何学的な駒圧が表示されます。5（TOGGLE）で表示を切り替え、6（RESULTS）で詳細を開きます。



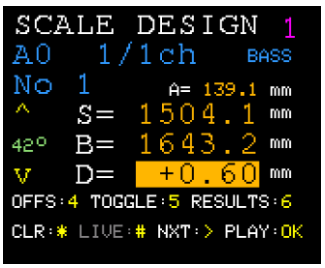
表示を切り替えた後の測定値

同じ音の同音弦群について、5（TOGGLE）で D の表示を切り替えられます。値は右側の単位と合わせて読み取ります。



別の表示形式で確認する

5（TOGGLE）を押して D の表示を切り替えます。6（RESULTS）を押すと詳細が表示されます。



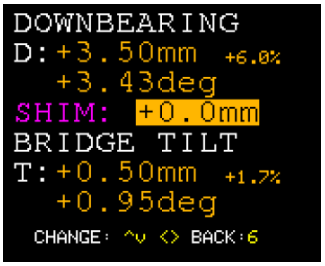
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：測定と駒圧の計算　6 / 6

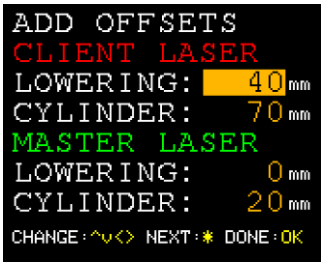
駒圧と駒の傾き

DOWNBEARING の D と BRIDGE TILT の T を mm、%、度で表示します。方向キーで SHIM の値を変えると、ヒッチピン側の支持面の高さを変えた場合の D を確認できます。6（BACK）で戻ります。



2台のレーザーの高さ補正

CLIENT LASER と MASTER LASER それぞれに、センサーアームの降下量（LOWERING）と測定用シリンダーの長さ（CYLINDER）を設定します。方向キーで変更し、* で次の項目、OK で確定します。



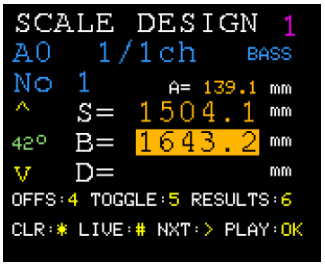
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

スケール測定：データ転送　1 / 1

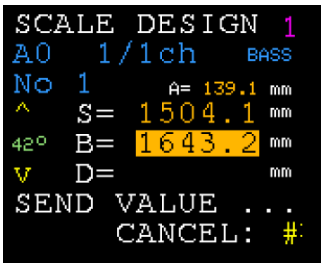
マスター機：現在値の転送準備

送信したいフィールドを先に選択してください。この例では「B」を選択します。「LIVE」、「NXT」などのボタンは、現在の画面設定のまま使用してください。



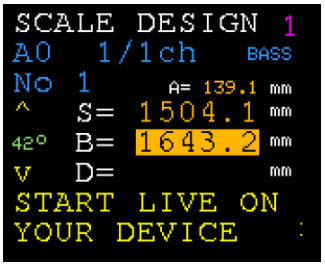
測定値の転送を確認する

SEND VALUE：画面の指示に従って選択した数値を送信してください；
#：キャンセルします。



受信側でライブ取り込みを開始する

START LIVE ON YOUR DEVICE：接続先のパソコンなどでライブ取り込みを開始します。

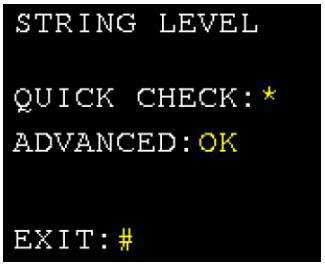


Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

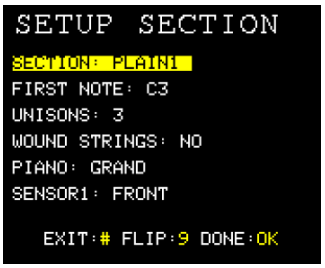
弦高調整：区間と弦構成の設定　1 / 4

弦高の詳細測定を選ぶ



*（QUICK CHECK）で簡易測定、OK（ADVANCED）で詳細測定を開始します。#（EXIT）で終了します。

裸線区間の設定



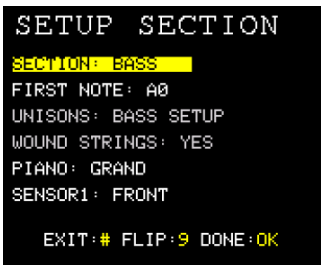
弦区の設定、開始音、同音弦群、巻線の有無、ピアノのタイプ、およびセンサーの方向を指定します。9を押して反転させ、OKで設定完了、#を押して終了します。

詳細測定のメインメニュー



STRING HEIGHT は弦高、AGRAFFE HEIGHT はアグラフの高さを測定します。DATA TRANSFER はデータ転送、SETUP SECTION は弦区の設定です。9 で画面を反転し、# で終了します。

低音区間の設定



SECTION: BASS。始音を設定し、BASS SETUPを使って弦の組み合わせを調整します。WOUND STRINGSは弦が巻かれていることを示します。ピアノの形状とセンサーの向きを確認してください。

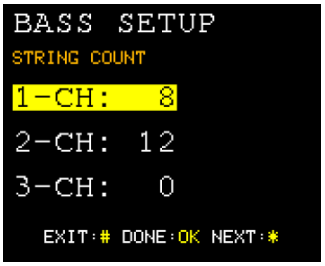
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

弦高調整：区間と弦構成の設定　2 / 4

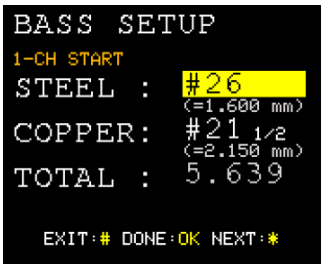
低音区間の同音弦群の数

それぞれ、シングルストリンググループ1-CH、ダブルストリンググループ2-CH、トリプルストリンググループ3-CHの数を設定します。*は次の項目へ、OKは完了、#は終了を意味します。



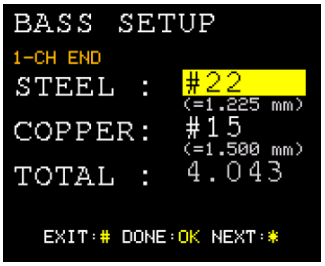
最初の単弦巻線の仕様

「STEEL」はコア弦の番号および直径を指し、「COPPER」は銅線を巻いた部分の番号および直径を指します。「TOTAL」は総直径を意味します。*は次の項目を示し、OKは処理が完了したことを意味します。



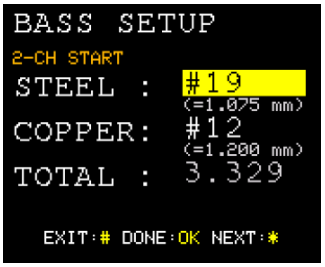
最後の単弦巻線の仕様

1-CH LASTに対して、コア弦と巻き付けられた銅線の仕様を入力してください。画面にはその総直径が表示されます。



最初の2弦巻線の仕様

2-CH FIRST用に鋼線芯および巻かれた銅線の仕様を設定します。画面には対応するミリメートル値と総直径が表示されます。



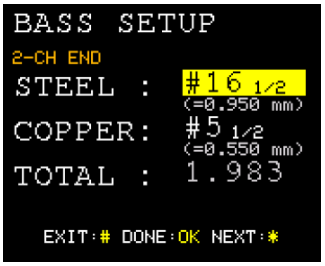
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

弦高調整：区間と弦構成の設定　3 / 4

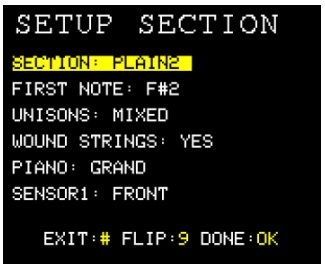
最後の2弦巻線の仕様

2-CH LAST用にコア弦と銅線を設定します。*を押して次の項目に進み、OKを押して設定を完了します。#を押して終了します。



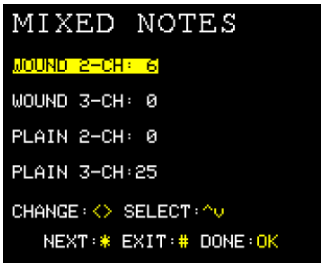
裸線と巻線の混在区間

UNISONS: MIXED は弦構成が混在していることを、WOUND STRINGS: YES は巻線を含むことを示します。開始音、ピアノの種類、センサーの向きを確認します。



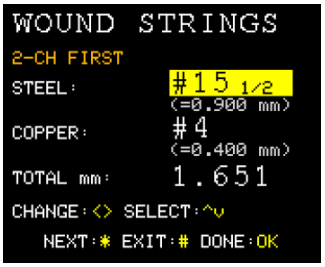
混在区間の音と弦構成を設定する

巻線の2本弦と3本弦、裸線の2本弦と3本弦の音数を入力します。この例では順に6、0、0、25 です。上下キーで行を選び、左右キーで値を変えます。* で次へ進み、OK で確定します。



最初の2弦巻線の線径

WOUND STRINGS：入力コア弦と巻き付けられた銅線の仕様を記入してください。TOTALは弦全体の直径を指します。方向キーを使って内容を変更したり、行を選択したりしてください。



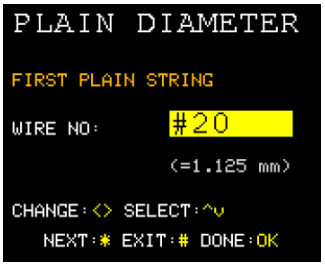
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

弦高調整：区間と弦構成の設定　4 / 4

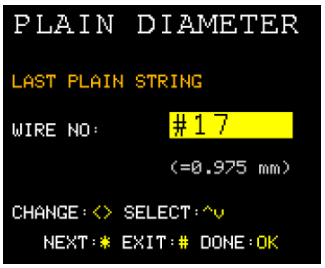
最初の裸線の仕様

FIRST PLAIN STRING：第一の裸弦の線番号を入力してください。括弧内には換算後のミリメートル直径が表示されています。* 次の項目へ、OK 完了です。



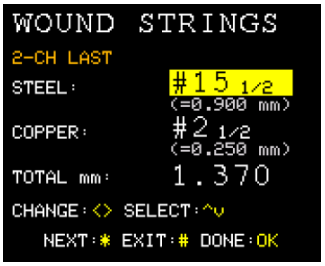
最後の裸線の仕様

LAST PLAIN STRING：最後の裸弦の線番号をそのまま記入してください。例えば#17は0.975 mmに対応します。



最後の2弦巻線の線径と構成

2-CH LASTに記載されたコア弦と銅線の仕様をそのまま使用してください。TOTALの総直径を確認し、OKで作業を完了してください。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

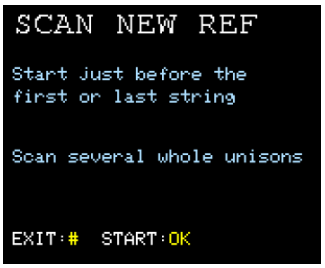
弦高調整：スキャンと調整　1 / 5

弦高の基準スキャンを選ぶ



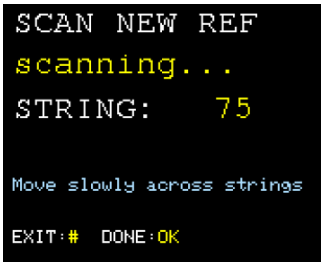
「SCAN NEW REF」とは新しい参照情報をスキャンすることを意味し、「PLAY & ADJUST」とはデータを確認しながら調整を行うことを意味します。#は戻るボタンです。

新規基準スキャンの開始位置



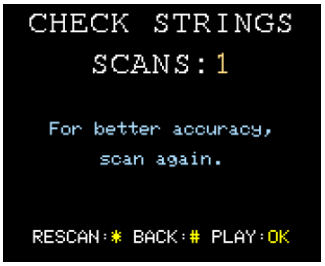
最初の弦または反対側の最後の弦の直前から開始し、複数の同音弦群を群の端まで通過してスキャンします。OK（START）で開始し、#（EXIT）で終了します。

新規基準スキャン中



STRINGS または STRING は検出した弦の数です。センサーを弦の上でゆっくり移動させ、終点まで通過してから OK（DONE）を押します。# で終了します。

弦のスキャン回数を確認する



SCANS はスキャンの回数です。例は 1 回です。*（RESCAN）で再スキャン、OK（PLAY）で結果表示、#（BACK）で戻ります。

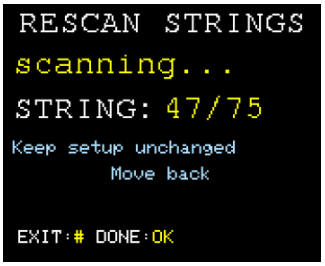
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

弦高調整：スキャンと調整　2 / 5

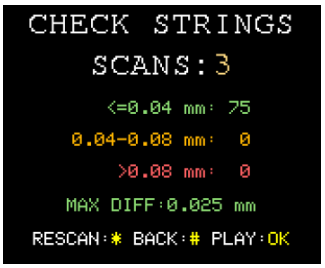
逆方向に弦を再スキャンする

元の設定のまま逆方向に動かします。例では、47本/75本の弦が識別されました。#で終了し、OKで完了です。



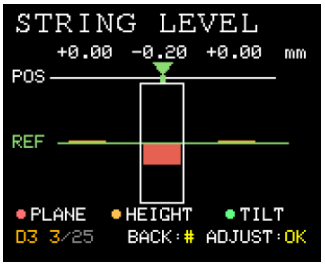
複数回の弦スキャンを比較する

差異の範囲に応じて各グループの数をリストアップし、最大の差異を表示します。例として、3回のスキャンが行われています。*：再度スキャン、#：戻る、OK：確認する。



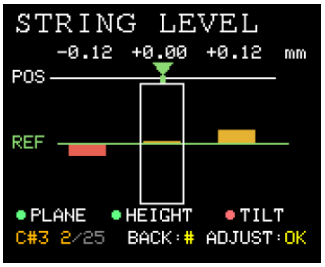
同音3弦の高さを順に確認する

上部にはグループ内の各弦の相対的な位置が表示されており、POSは位置を、REFは基準を意味します。下部には音名、弦の順番、そしてPLANE、HEIGHT、TILTの各値が表示されています。



選択した弦が群内の基準より低い場合

赤い柱状図、プラスマイナス記号、そして緑色のREF線を組み合わせて偏差を判断します。#は戻ることを意味し、OKはADJUSTモードに入ることを意味します。



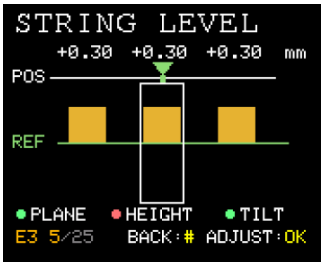
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

弦高調整：スキャンと調整　3 / 5

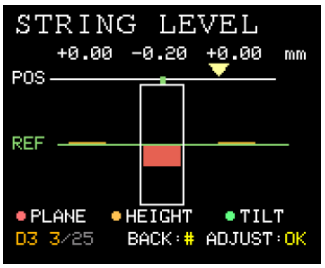
同音弦群全体が基準より高い場合

グループ内の3本の弦の測定値をもとに、全体の高さやグループ内の差異を判断します。画面の下部には平面状態、高さ、傾斜角度が表示されます。



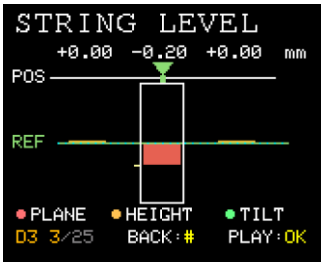
調整モード：リアルタイムの変化を確認する

「ADJUST」モードで現在の弦を動かし、読み取り値や柱状図が「REF」と比べてどのように変化するかを観察します。OKを押して「PLAY」モードに戻します。



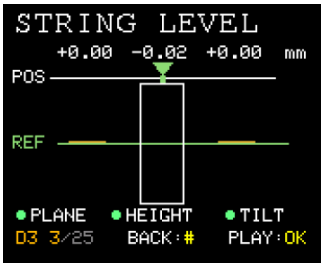
調整モード：各弦の比較

同じ音程の弦の高さを比較し、基準線を使って全体の位置を確認します。OKを押してPLAYモードに戻ります。



調整後の再確認

弦の状態を再度確認し、各弦のずれや底部の状態表示をチェックします。OKであれば、再度「ADJUST」モードに入ることができます。



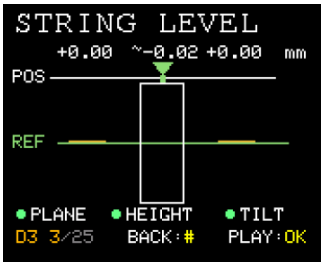
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

弦高調整：スキャンと調整　4 / 5

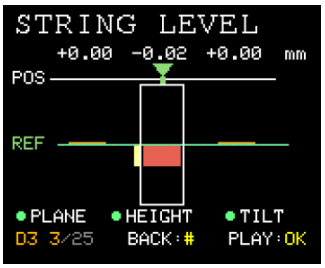
調整後に各弦が基準に近づいた状態

各列に表示されている値と緑色の基準線を比較してください。#を押すと上位メニューに戻り、OKを押すとPLAYモードとADJUSTモードの間で切り替わります。



調整する音と弦を確認する

下部に音名と範囲内の順番が表示されます。図では D3 が 25 音中の 3 番目です。白枠は現在選択している弦を示します。



直接スキャンまたはテープスキャンを選ぶ

「DIRECT SCAN」は直接スキャンを意味し、「WITH TAPE」はテープを使用したスキャンを意味します。方向キーを使って選択し、「OK」を押して確定します。「#」を押すと元に戻ります。



テープ法の最初のスキャン

テープを貼らずに、選択区間の最初の弦の手前か、反対側の最後の弦の外側から開始します。OK（REC）で位置の記録を始めます。復路の高さ測定ではテープを使用します。



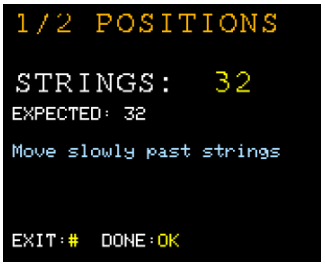
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

弦高調整：スキャンと調整　5 / 5

第1段階：弦の位置を記録する

STRINGS は検出済みの弦の本数、EXPECTED は予定の本数です。すべての弦をゆっくり通過してから OK（DONE）を押します。



位置の記録完了

1本のテープをすべての弦に接触するように貼り、ガイドレールを動かさずに戻ります。OK（REC）で高さの記録を開始し、# で終了します。RAW:* は位置走査の生データを Wi-Fi 転送用に用意します。



第2段階：テープの高さを記録する

予定されているすべての弦をスキャンします。画面には実際に測定された弦の本数と予想されていた本数が表示されます。スキャンが完了したら「OK」を押して完了します。



テープスキャンのやり直しが必要な場合

テープとスキャン結果を確認し、指示に従って逆方向に動かしてください。装置は位置データを保持しますので、テープとガイドレールを固定したままにしてください。OKで再試行し、#で終了します。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アグラフ：スキャン・取り付け・データ転送　1 / 4

アグラフの基準測定を選ぶ

AGRAFFE HEIGHT：SCAN NEW REF – 新規スキャンを行います。
PLAY & ADJUST – 見ることや調整を行います。# – 戻る。



アグラフのスキャン開始

最初のアグラフまたは最後のアグラフの中心から始めて、すべてのアグラフを順番に処理します。*は手動操作、OKは自動操作、#は終了を意味します。



アグラフの自動検出

各アグラフをゆっくりとスキャンすると、AGRAFFESが認識した数を表示します。*は再開を、OKは完了を、#は終了を意味します。



アグラフの手動記録

アグラフ上面の測定点に光点を合わせ、*（SAVE）で記録します。AGRAFFES は記録数です。OK（DONE）で測定を完了し、#（EXIT）で中止します。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アグラフ：スキャン・取り付け・データ転送　2 / 4

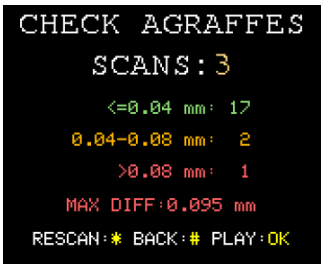
アグラフスキャン結果を確認する

1回のスキャンのみであれば、*を押して再スキャンすることで精度を高めることができます。OKを押すと結果を確認でき、#を押すと元に戻ります。



複数回のアグラフスキャンを比較する

アグラフごとのばらつきを範囲別に集計し、MAX DIFF に最大値を表示します。*（RESCAN）で再測定、OK（PLAY）で結果表示、#（BACK）で戻ります。



アグラフのデータ確認と調整

AGRAFFE HEIGHTで「PLAY & ADJUST」を選択し、取得した参照スキャンデータを使用してください。



アグラフの範囲を選ぶ

選択したアグラフの中心にレーザーポイントを合わせてください。「FIRST」と「LAST」はそれぞれ最初の音と最後の音を指します（図ではA0からE2まで）。#を押して元に戻り、OKを押してPLAYモードに入ります。



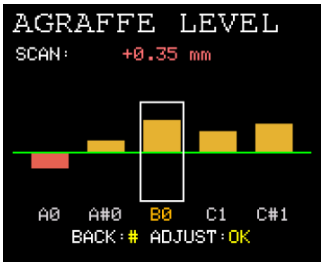
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アグラフ：スキャン・取り付け・データ転送　3 / 4

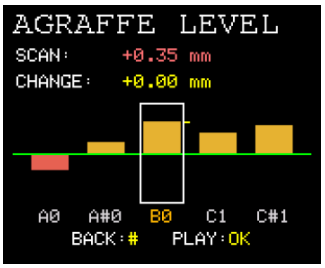
アグラフの高さを確認する

SCAN は選択したアグラフの記録済み偏差です。白枠が選択中のアグラフ、緑の横線が基準です。OK（ADJUST）で調整を開始します。



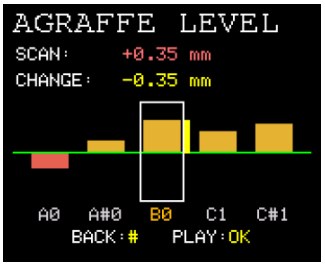
アグラフ調整：開始値

「SCAN」とはスキャン時の偏差を指し、「CHANGE」とは調整後の高さの変化を指します。例では、初期の変化量は0.00 mmです。「OK」を押すと「PLAY」モードに戻ります。



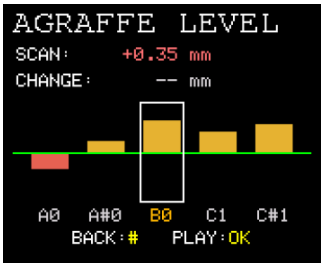
アグラフ調整：変化量の確認

SCANとCHANGEを比較してください。例えば、スキャン時の偏差が +0.35 mm、高さの変化が－0.35 mmの場合、OKを押してPLAYモードに戻します。



選択したアグラフを再確認する

「PLAY」モードでは、柱状図を使用して隣接するアグラフと基準線との関係を確認します。「OK」を押すと、再度調整を行えます。



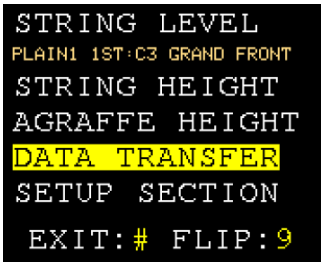
Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

付録　PMP 画面表示の英日対照表

アグラフ：スキャン・取り付け・データ転送　4 / 4

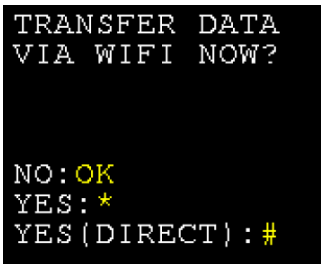
弦高データの転送を選ぶ

弦高の詳細測定メニューで DATA TRANSFER を選びます。9 で表示を反転し、# で終了します。



今すぐデータを転送するかを選ぶ

今すぐ Wi-Fi でデータを転送するかを選びます。OK で転送せずに進み、* で既存の Wi-Fi、# で本体への直接接続を使って転送します。



既存の Wi-Fi でデータを読み込む

コンピューターまたはモバイルデバイスで、PMPと同じ無線ネットワークに接続し、表示されたデバイス名またはアドレスを開いてデータを読み取ります。OKを押して完了します。



Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen

よく使われる表示略語と操作方法

LVL / HEIGHT · DIP　鍵盤高さ／高さ、鍵盤の深さ（あがき。静止位置から押し切るまでの移動量）。

LEVEL · TILT · CROWN　鍵盤全体の基準の高さ、左右端の高低差、中央のふくらみ（クラウン）。

CANT · DISH　1鍵の左右の傾斜、鍵盤表面材のくぼみ。

DISC · pch　パンチングによる調整量と枚数。pch は枚数です。正負の値の扱いは、各測定モードの説明を参照してください。

AVG · LAST · CHECK　平均値を使う、直近の測定値を使う、確認が必要。

UNDO · BACK · DONE　元に戻す、前に戻る、完了。各画面に表示されたキーで操作します。

FINE / COURSE　精密調整／粗調整。COURSE は本体画面の実際のつづりです。

INSTR / BENCH / MATCH INSTR　楽器上で測定／作業台で測定／作業台の基準を楽器上の実測結果に合わせる。

LETOFF / DROP / DROP+　レットオフ位置から弦までの距離／ドロップ位置から弦までの距離／レットオフ後の落下量。CHECK / BLOW　バックチェックで止まったハンマーと弦との距離／静止位置での打弦距離。

QUICK CHECK / AUTO LEVEL　一つの同音弦群をチェックする／ガイドレールの傾きを補正する。

MASTER / CLIENT　マスター機／クライアント機。2台の測定器が、それぞれ担当する測定点のデータを取得します。

S / B / A / SP　有効弦長／全弦長／後部弦長（B − S）／打弦点。駒圧測定で用いる後部弦長は、有効屈曲点から実際の後部弦支持部までの距離です。

D / T / SHIM　駒圧／駒上面の傾斜／後部弦支持部の高さを変えた場合の駒圧の試算。

SCAN / PLAY / ADJUST　スキャンして記録する／記録済みの値を見る／リアルタイムの値を見ながら調整する。

FIRST / LAST / NEXT / BACK　最初の音・項目／最後の音・項目／次へ／戻る。操作キーは各画面の表示に従います。

SAVE / LOAD / CLEAR　保存／読み込み／消去。消去する前に、対象の保存先とデータの範囲を確認してください。

Copyright © 2026 Tobias J. Schmidt, Klavieratelier Lychen