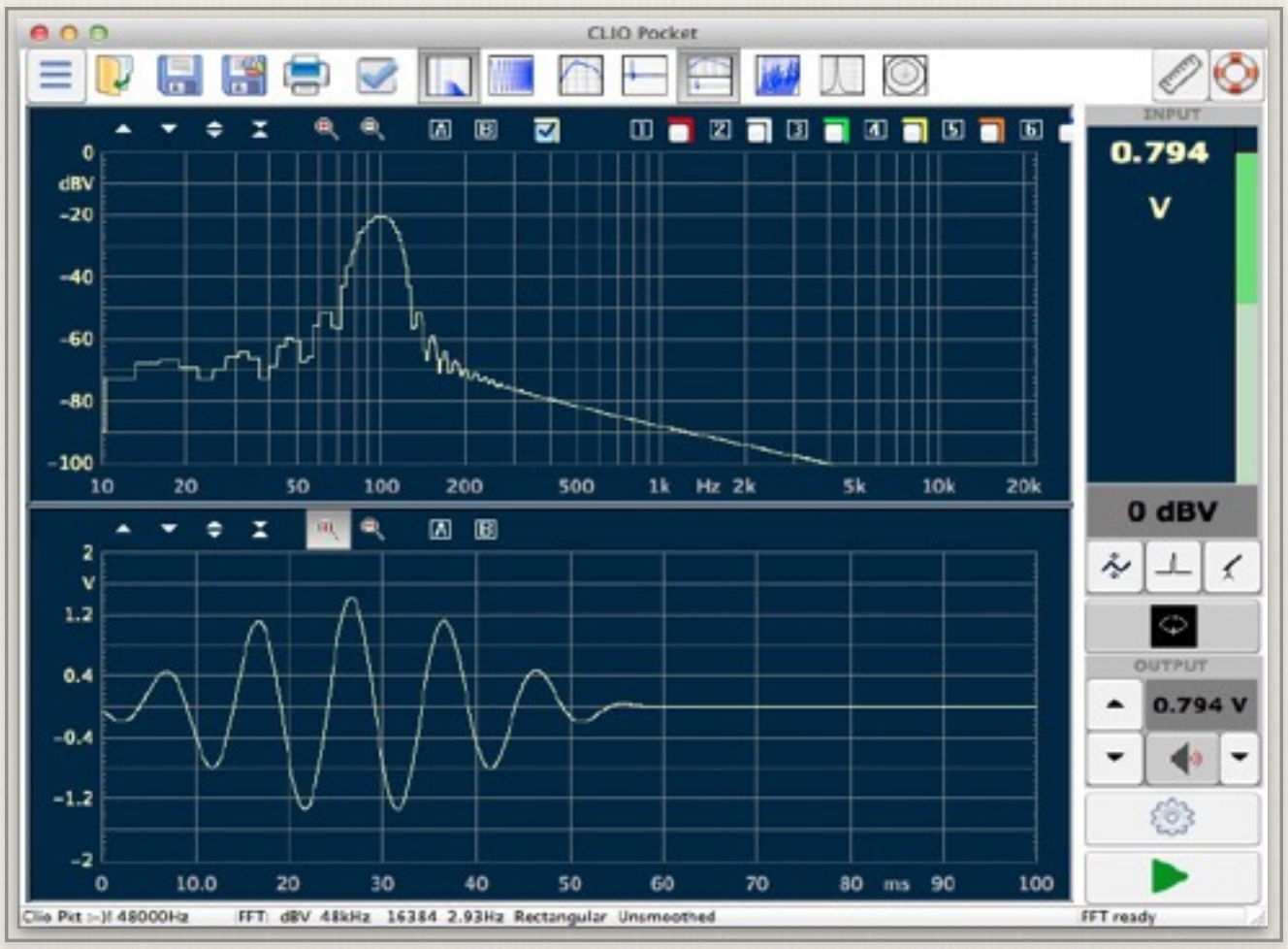
CLIO

ELECTRICAL & ACOUSTICAL TESTS

日本語版ガイドブック



CLIO Software

Release 1.5
Version Pocket

Survival Guide

AUDIOMATICA

目次

1：CLIO Pocketの導入

1-1) パッケージ　P 2

1-2) ソフトウエアのインストール　P 3

2：画面表示と較正

2-1) CLIO Pocketの起動と画面表示　P 8

2-2) 較正P　P13

3 ：LogChirp測定

3-1) LogChirpによる測定　P19

3-2) ボイスコイル インピーダンス特性とT&Sパラメーター　P21

3-3) 電気・電子回路の周波数特性測定　P26

3-4) スピーカー特性の測定と各種分析　P29

3-5) Waterfall特性　P34

3-6) スピーカー指向特性　P39

4：FFT/RTA測定と室内音響

4-1) 音響測定法　P43

4-2) 室内音響測定　P46

1：CLIO Pocketの導入

1-1）パッケージ

写真1-1
「キャリーケースに収まったCLIO Pocketとアクセサリー一式」

キャリーケースには下記のものが含まれます。作業の前に内容物の確認をお願いします。

① CP-1オーディオインターフェイス（左端の小箱）

② CLIO Pocket CD

③ MA-1 マイクアクセサリー（別売）には、MC-02マイク、 マイクスタンドアダプター、較正用1/2インチアダプター、特性グラフ及び感度を示すデータが含まれます。

写真1-2
MA-1マイクアクセサリー内容物
・MC-02マイク（下）
・感度+特性グラフ表（上）
・マイクスタンド取り付け（左）
・マイク較正用1/2”アダプター（右）

④ USB 2.0ケーブル

⑤ RCA-RCA 2.7mマイクケーブル

⑥ RCA-ワニ口 インピーダンス測定ケーブル

測定マイクに付属しているデータは大切なので紛失しないように保管します。また別売アクセサリーとして写真のようなマイクスタンドへの取り付け器具、ならびにマイク較正用1/2”アダプターが付属しています。必要があれば音響キャリブレーターとの接続に使います。

なお、CLIO Pocketの仕様ならびに機能に関しては、英文のマニュアルP7~9を参照してください。

1-2）ソフトウエアのインストール

動作するPCはWindows XP、7、8、8.1、Vista 10、及びMac OS Xです。

ソフトウエアはデバイスドライバーとCLIO-Pocket測定ソフトの二つから構成され、いずれもCDに収納されています。前者はPCがCP-1を制御するためのもので下位レイアにあたり、後者はこれを使って測定ソフトがCP-1を制御し、測定機能を果たします。はじめにデバイスドライバーの導入から始めます。

Windowsの場合

デバイスドライバーのインストール

① CP-1を付属のUSBケーブルでPCに接続

② CP-1前面のパネルLEDは点灯していないことを確認

③ USBデバイスが挿入されたので、PCはデバイスドライバーを探しにいきます。この時点ではドライバは見つからないので、図1-2のメッセージ（Cliopktのドライバーはインストールできません）が表示されます。

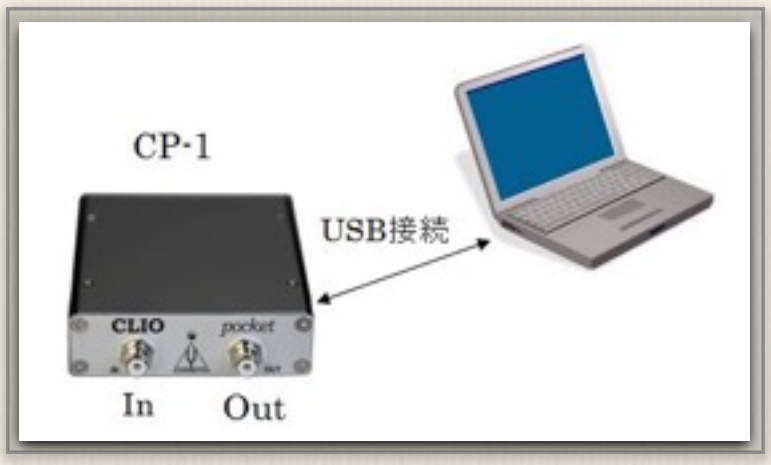


図1-1
「ソフトのインストールの前にCP-1をPCにUSB接続する」

図1-2
ドライバーインストーラー画面によるドライバーステータス

④ PC上で、

コントールパネル->

システム->

デバイスマネージャー（図1-3）を開く

⑤（図1-3）のClioPktを右クリックし、「Update Driver Software」（図1-4）を開く

⑥（図1-4）で矢印「Browse my computer...」を選択する

⑦ドライバーのあるフォルダーを指定する。通常はCDドライブ->Windows->Driver-Vista_7_8を選択する

⑧ 二番目のドライバーについても同様に行う

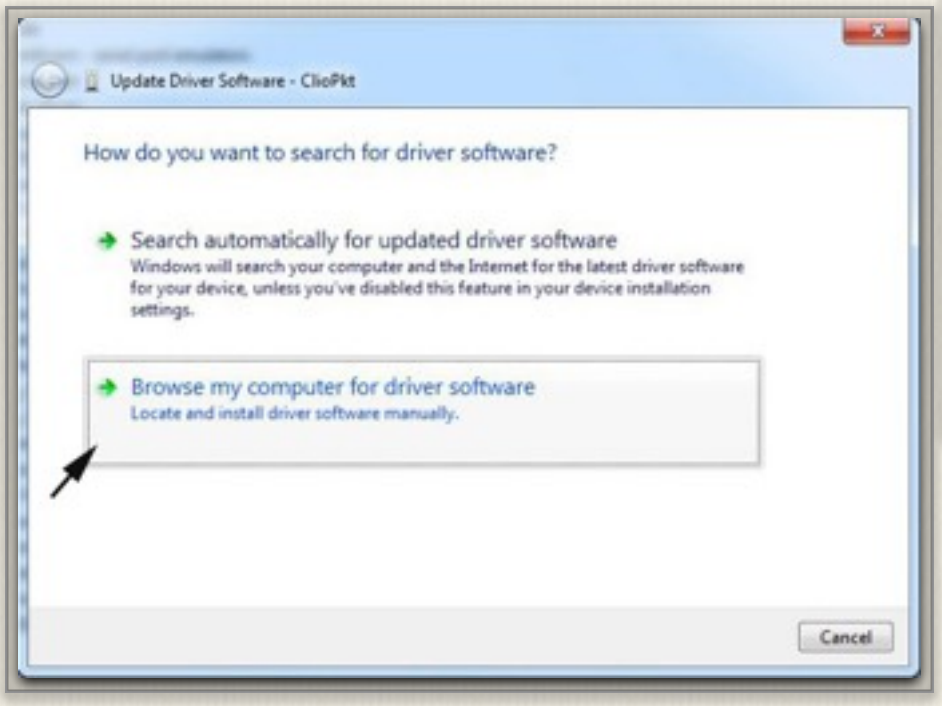


図1-4
ドライバーの場所指定

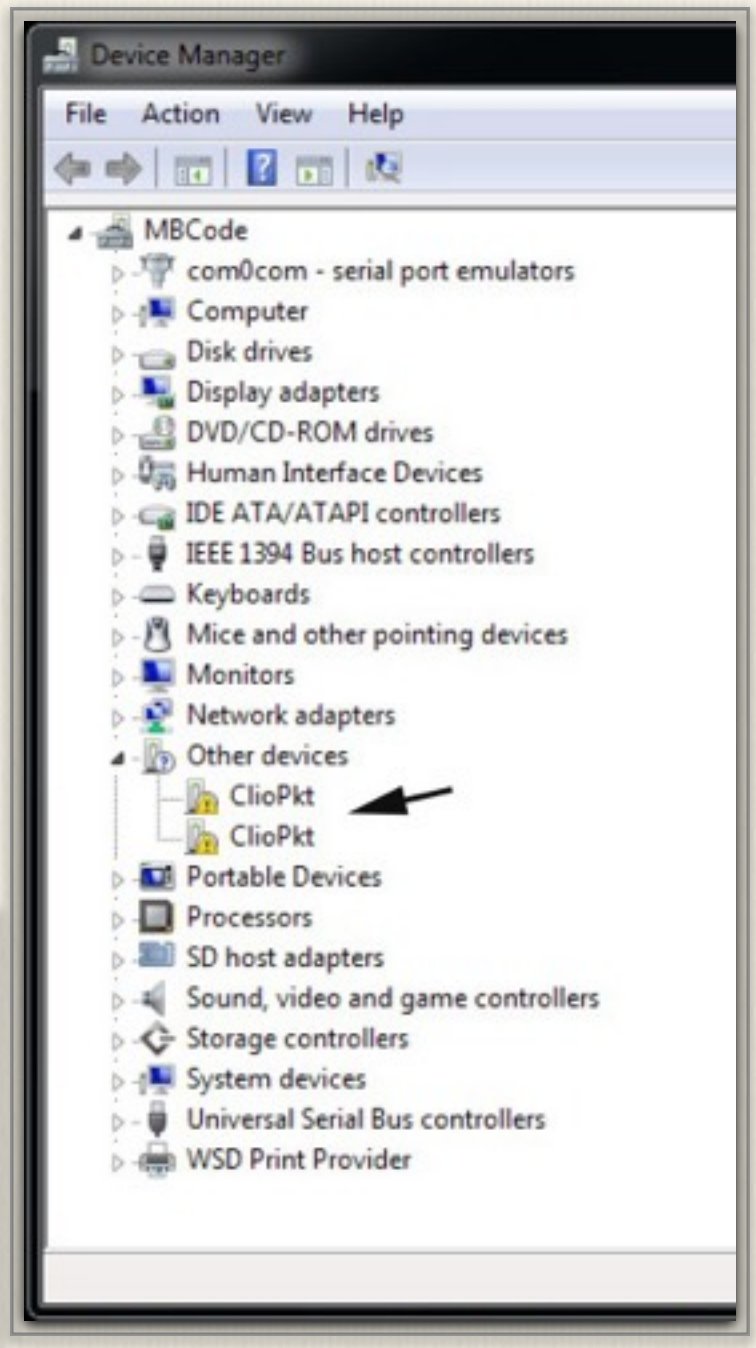


図1-3
2個のClioPktドライバーは未定

以上によって、ドライバーの導入が図1-5のように完了しました。これによってCLIO-Pocketソフトは CP-1を認識できるようになります。

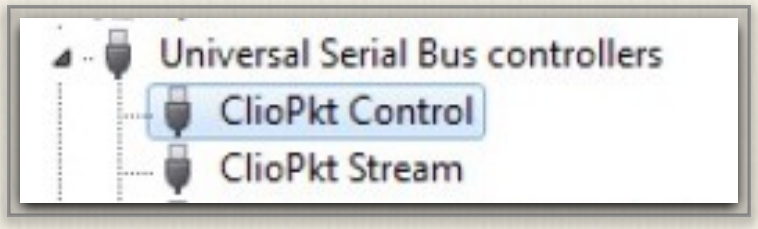


図1-5
ロードされた二つのClioPktドライバー

CLIO Pocketソフトウエアのインストール

図1-5　CLIO Pocketソフトのセットアップウイザード

次にソフトのインストールを行います。

① インストレーションCDの中のClioPktSetup.exeファイルをクリックし、図1-6のセットアップウイザードを立ち上げる

②「Next」でインストールを行う

参考までに、インストールされたソフトは下記に収納されています。スタートはWindowsの「アプリケーション」から行います。

C:/Progtam Files/Audiomatica/ ClioPkt

Mac OS Xの場合

OS Xの場合もデバイスドライバーとソフトウエアのインストールが必要ですが、作業は簡単でワンステップです。

図1-6　ClioPkt

① CP-1をPCのUSBに接続

② CP-1のLEDが点灯していないことを確認

③ CDのOS Xフォルダ内に（図1-6）ClioPkt.pkgを見つけ、ここをダブルクリックする。

④「Continue」に続き「Install」をクリック

⑤ ソフトインストール時の標準認証手順であるMacパスワードを入力する

図1-7
ステップ1
手順説明

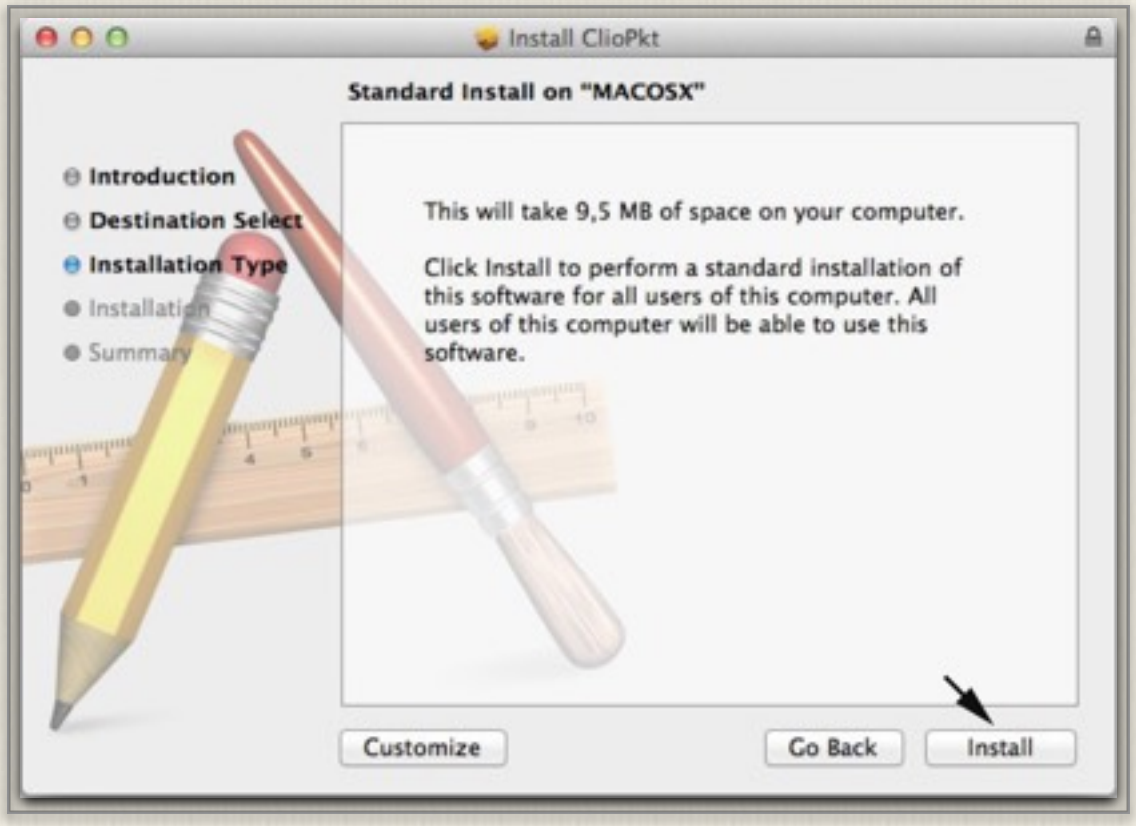


図1-8
ステップ3
標準インストール

図1-9
Macソフトインストール
時の標準認証

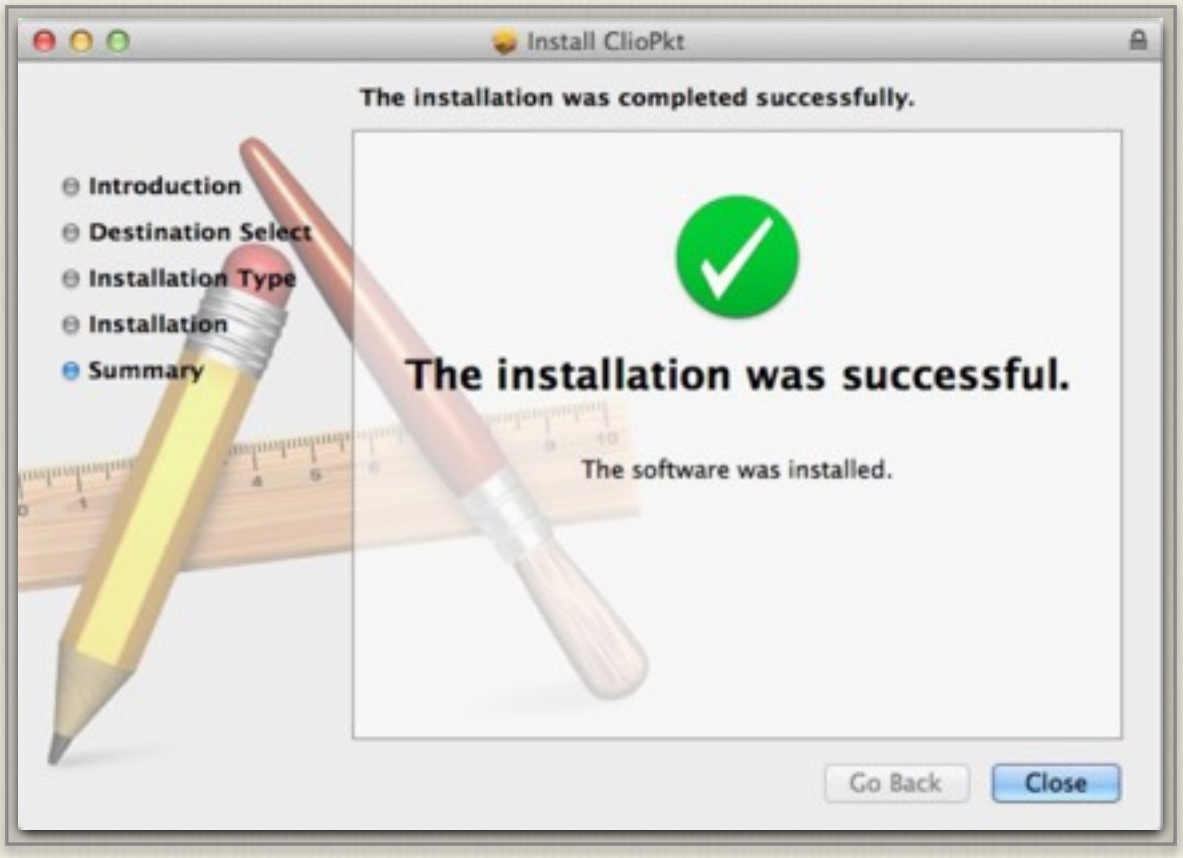


図1-10 インストール完了

ソフトウエアの収納場所は、デバイスドライバーはuser/local/lib/folder、アプリケーションソフトはuser/application/とLounchpadとなります。

（注）ステップ3を、標準インストールでなくカスタムインストールする場合は、図1-8の画面下「Customize」をクリックし図1-11を開いて行う。

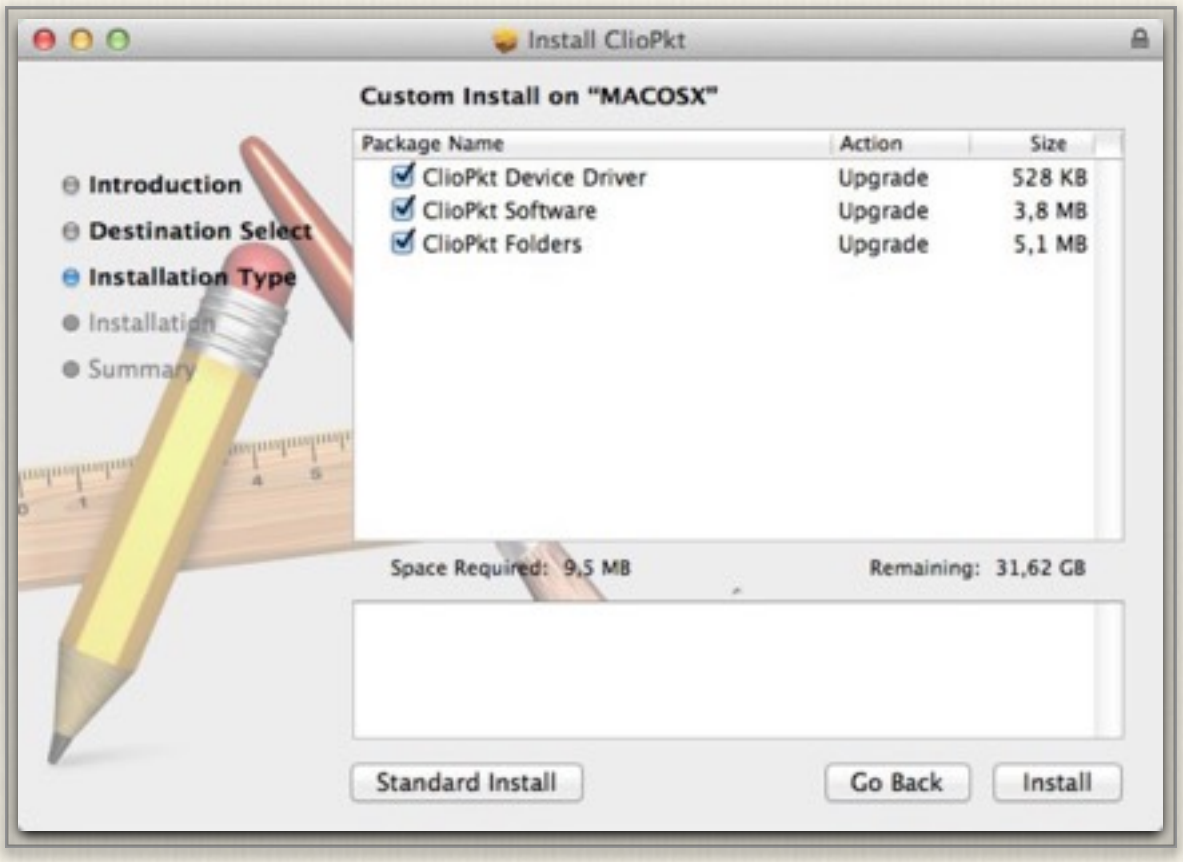


図1-10 カスタムインストール画面

2: 画面表示と較正

2.1）CLIO Pocketの起動と画面表示

ソフトウエアの起動

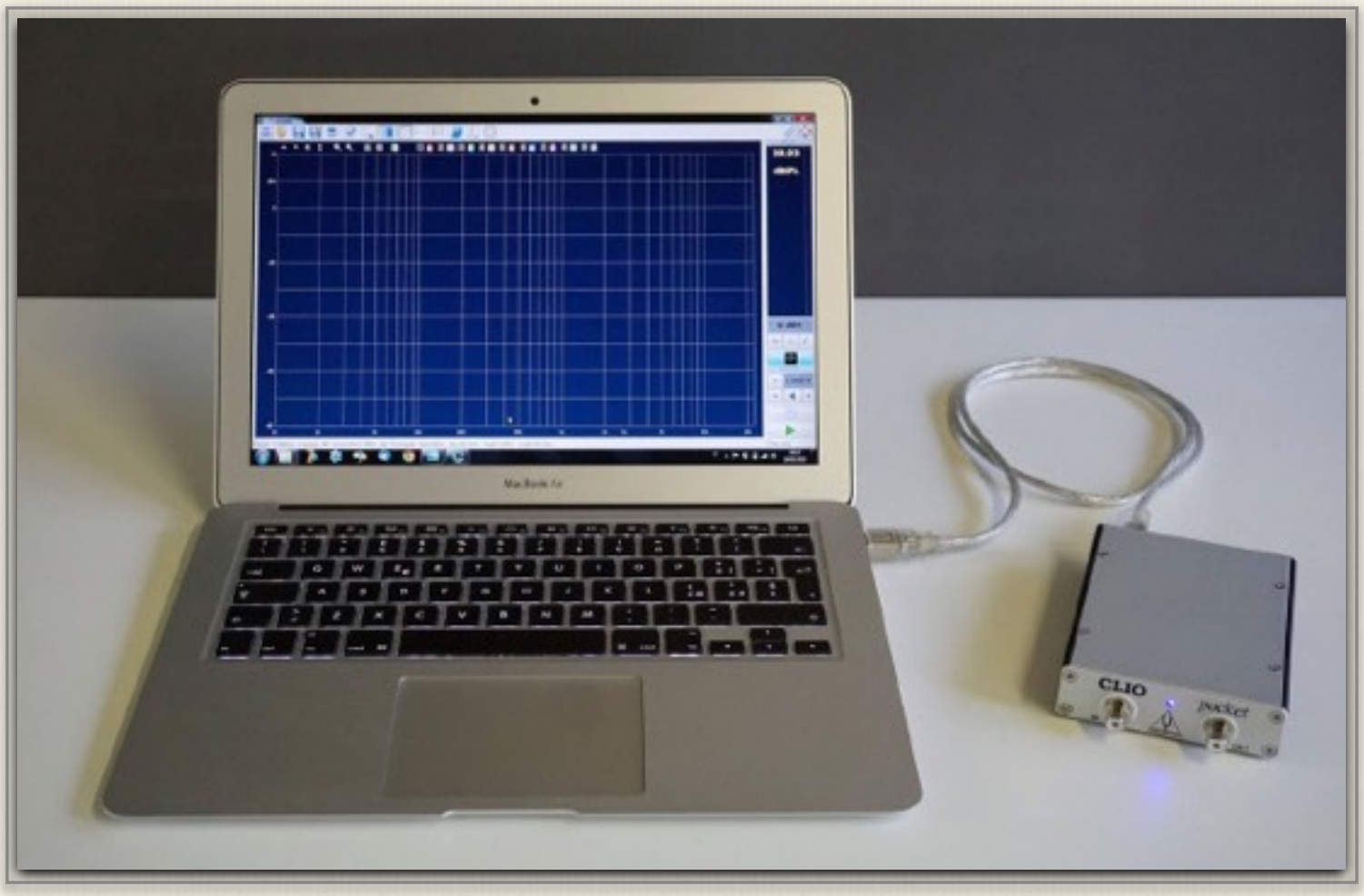


写真2-1　CP-1 をPCに付属のUSBケーブルで接続

CLIO Pocketソフトがインストールされたので、ソフトを起動し初期画面を表示します。

プログラムを起動します。

① スタートメニュー-> プログラム -> CLIO Pocket　をクリック

② CP-1のフロントの青色LEDが点灯

③ CLIO Pocketの（図2-1）のデスクトップ画面が表示されます。

画面には多くの情報が表示されるので、その説明に入ります。特に、画面のコーナーには非常に重要な情報が表示されます。測定時には適時この情報を確認しながら作業を進めます。

デスクトップ 画面

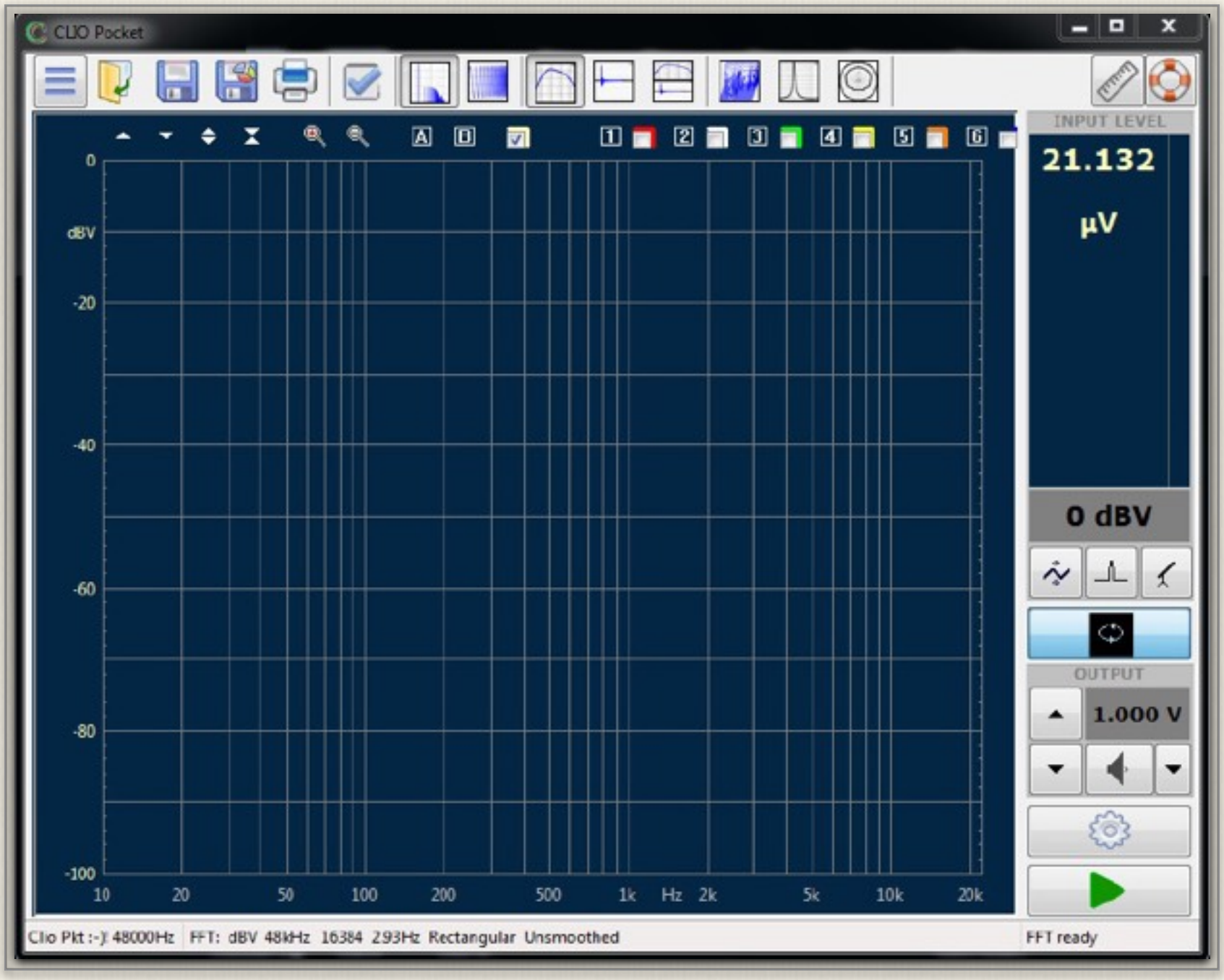


図2-1「CLIO Pocketのデスクトップ画面」

デスクトップ画面の左下コーナーには図2-2の表示があります。これはCP-1の状態を表し、この図のように「ニコニコ」マークの場合は、ハードウエアは正常に機能していることを示します。そうでない場合はUSBケーブルなどを確認します。

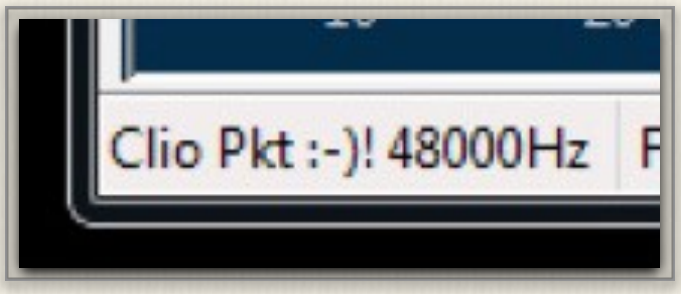


図2-2　画面左下表示

次に画面左上、タイトルバー左端に赤いマークがあります。このマークは、CLIO　Pocketが「較正されていない」状態であることを示します。従って測定データは信頼できません。このために測定に先立って較正手順を取る必要があります。

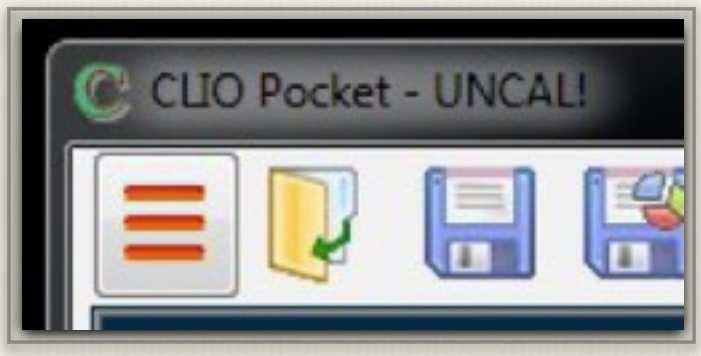


図2-3　画面左上表示

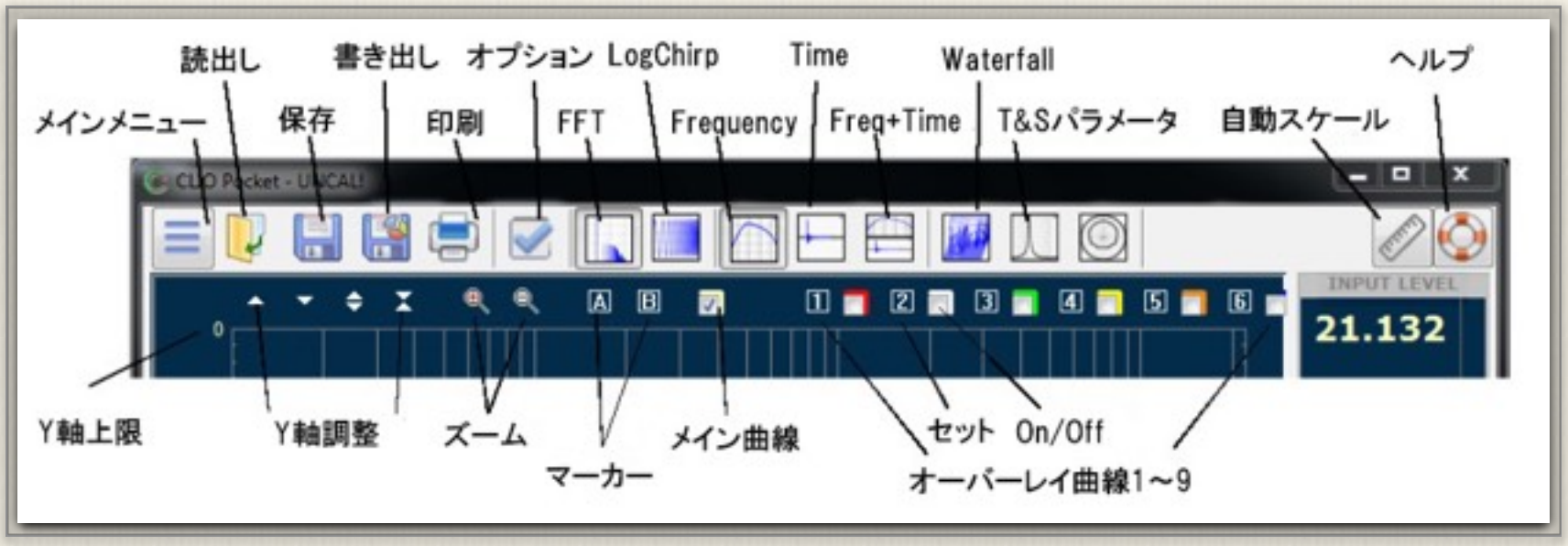


図2-4上部ボタン、グラフボタン、コントロール

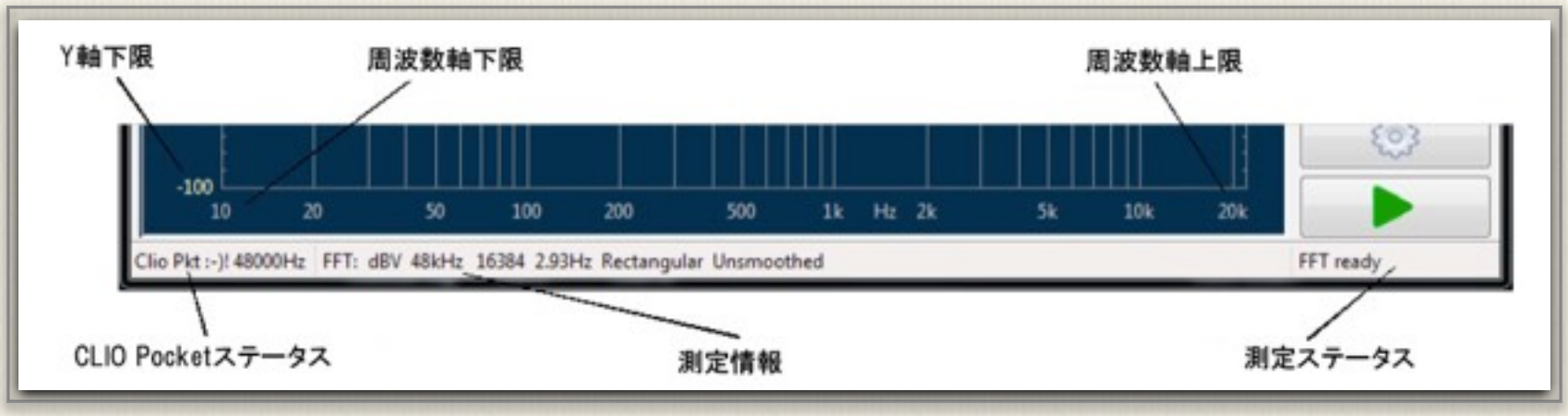


図2-5下部ステータス表示

図2-4の上部ボタン類は、上側が　測定方法の選択、表示方法などを指示・選択するものです。下側ボタン類は複数のグラフ表示の選択や、グラフの拡大縮小、マーカーの設定などに使います。図2-5は機器や、測定のステータスを表示します。

サイドバーは上部がディジタルマルチメーター、下部が信号発生器の機能を持ちます。上部の黒い画面に測定値が表示され、「メーター設定」をクリックすると電圧、SPLなどの測定単位が切り変わります。

下側は信号発生器でボタンをクリックすることで、「Generator Control」がポップアップします。

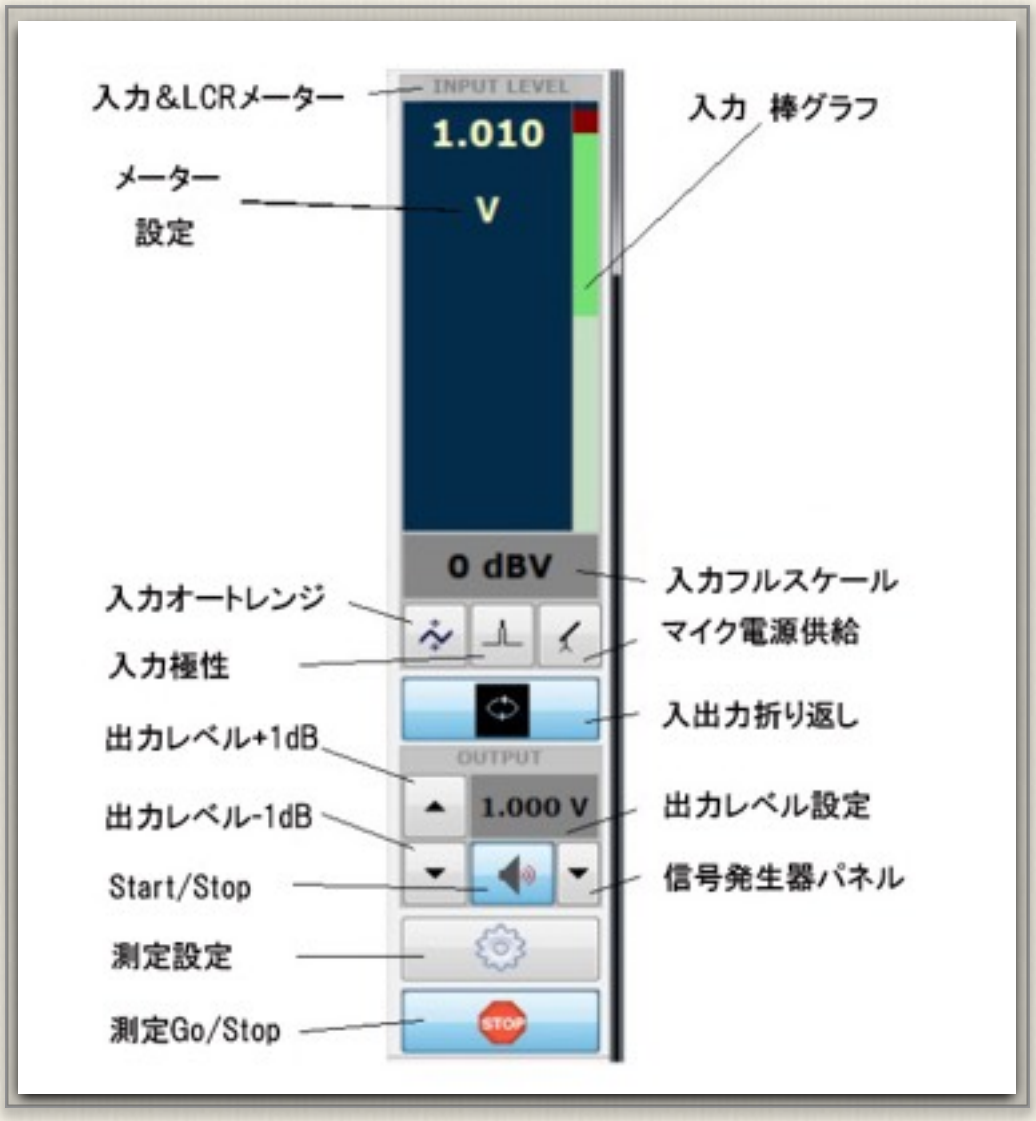


図2-6　サイドバー　上部が表示部、下部が信号発生器部

中央にマイク用ファントム電源スイッチと、CP-1の出力を入力にループバックするスイッチが備えられています。これによってスピーカーのインピーダンス特性などを容易に測定することができます。

各種ボタンや、コントロールに関わるホットキー一覧は英文マニュアルのP23を参照してください。

周波数領域表示（周波数特性）

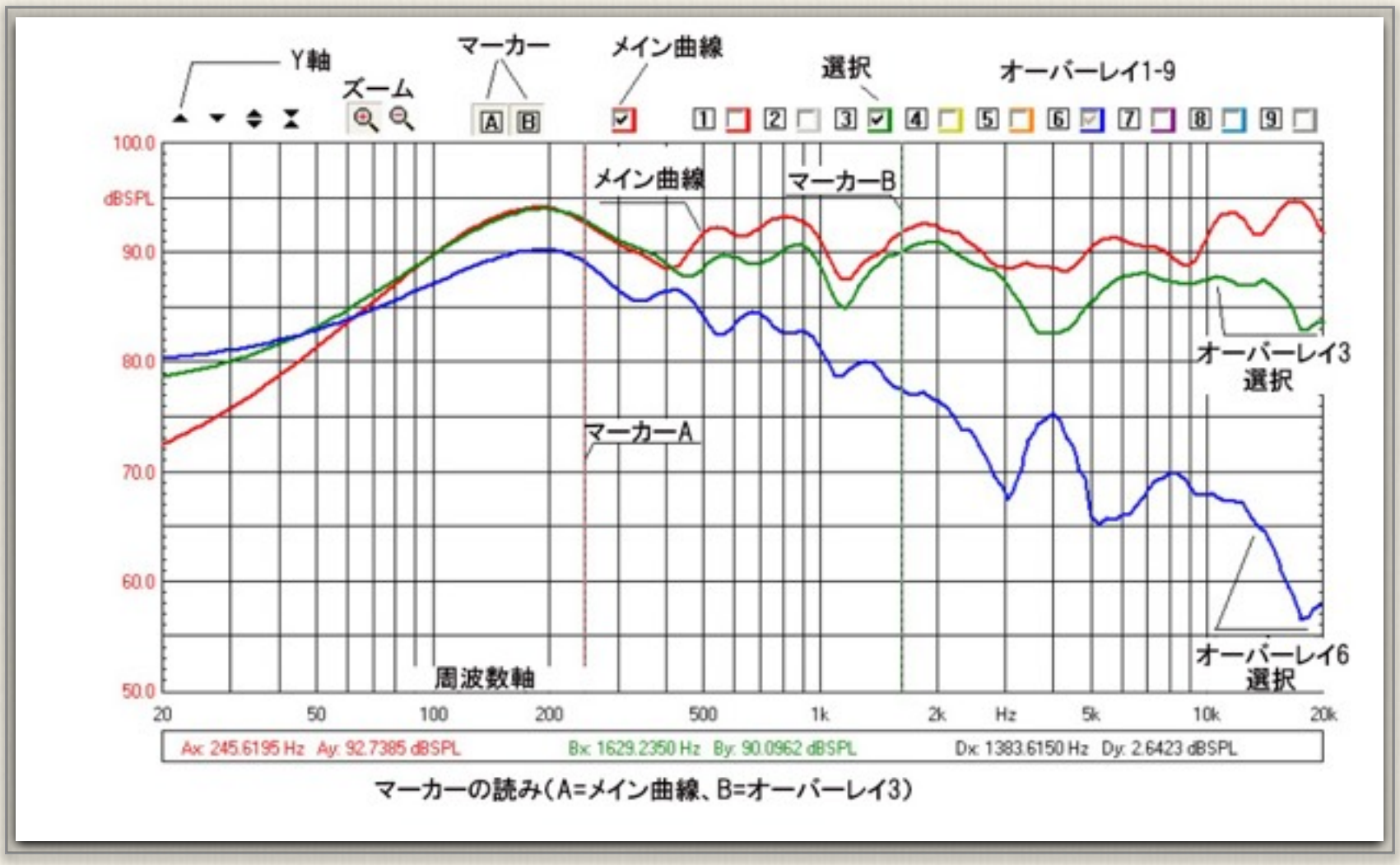


図2-6　グラフ表示画面

通称周波数特性と呼ばれるグラグは、画面上図2-6のように表されます。測定された特性はメイン曲線として示されます。こうした曲線は最大９個までオーバレイとして保存することができます。メイン曲線を含めた合計10個の曲線は、任意の曲線を選択的に表示することができます。この例ではメイン曲線とオーバーレイ3と6の曲線が表示されています。

画面操作法

得られた特性曲線を拡大したり、正確に数値を読み取ったりする場合の操作法として、幾つかの方法が用意されています。これらはXY軸操作、メイン曲線、ズームとオーバーレイに区別されます。

マーカーAを選択すると、Aのカーソルははメイン曲線の、マーカーBでは選択されたオーバーレイ曲線の各々周波数値とY軸値を下部にリアルタイムに表示します。これら数値は色によっても識別できます。

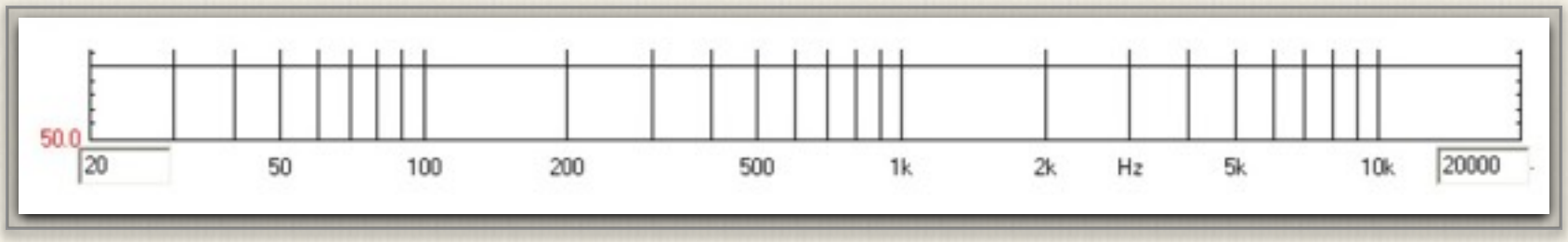


図2-7　Y軸調整画面

グラフ（X軸、Y軸）のスケールを変更するときは、図2-4の「Y軸スケール」でもできますが、図2-7及び図2-8のように直接スケール端をクリックして入力窓を開き、目的とする数値を入力することもできます。

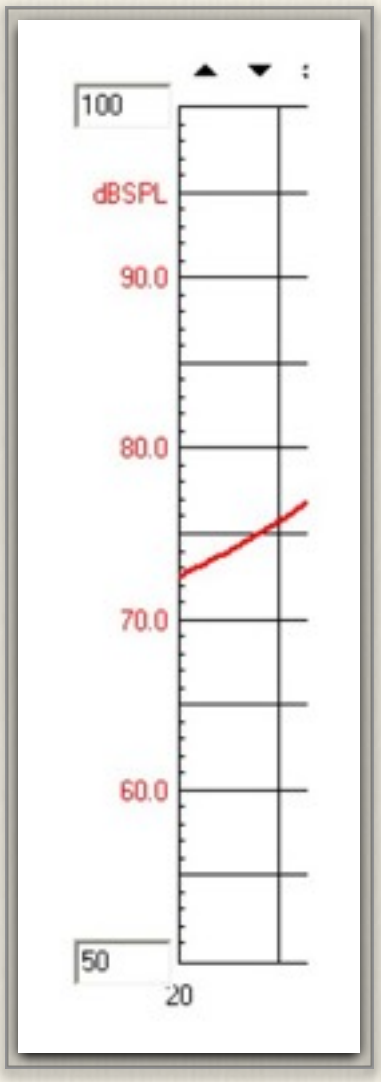


図2-8　X軸調整

グラフをズームしたい場合は、図2-6のズーム（＋）をクリックした上で、拡大したい部分の「始点」でマウスを押し、そのまま引きずって行き「終点」でマウスを離します。これによって、該当部分を拡大表示することができます。

時間領域表示（時間軸波形）

時間軸波形は図2-4の上部「Time」をクリックする事で表示ができます。図2-9はインパルスレスポンス波形例ですが、一つは「Zoom」機能を使って波形の必要部分を切り取ることができます。　二つ目は、矢印　Aで波形の左側を、Bで右側を指定することによって、その部分のみを解析対象とすることができます。こうする事によってインパルスの立ち上がり等を仔細に観察したり、また室内の反響などの影響を排除した解析なども可能となります。

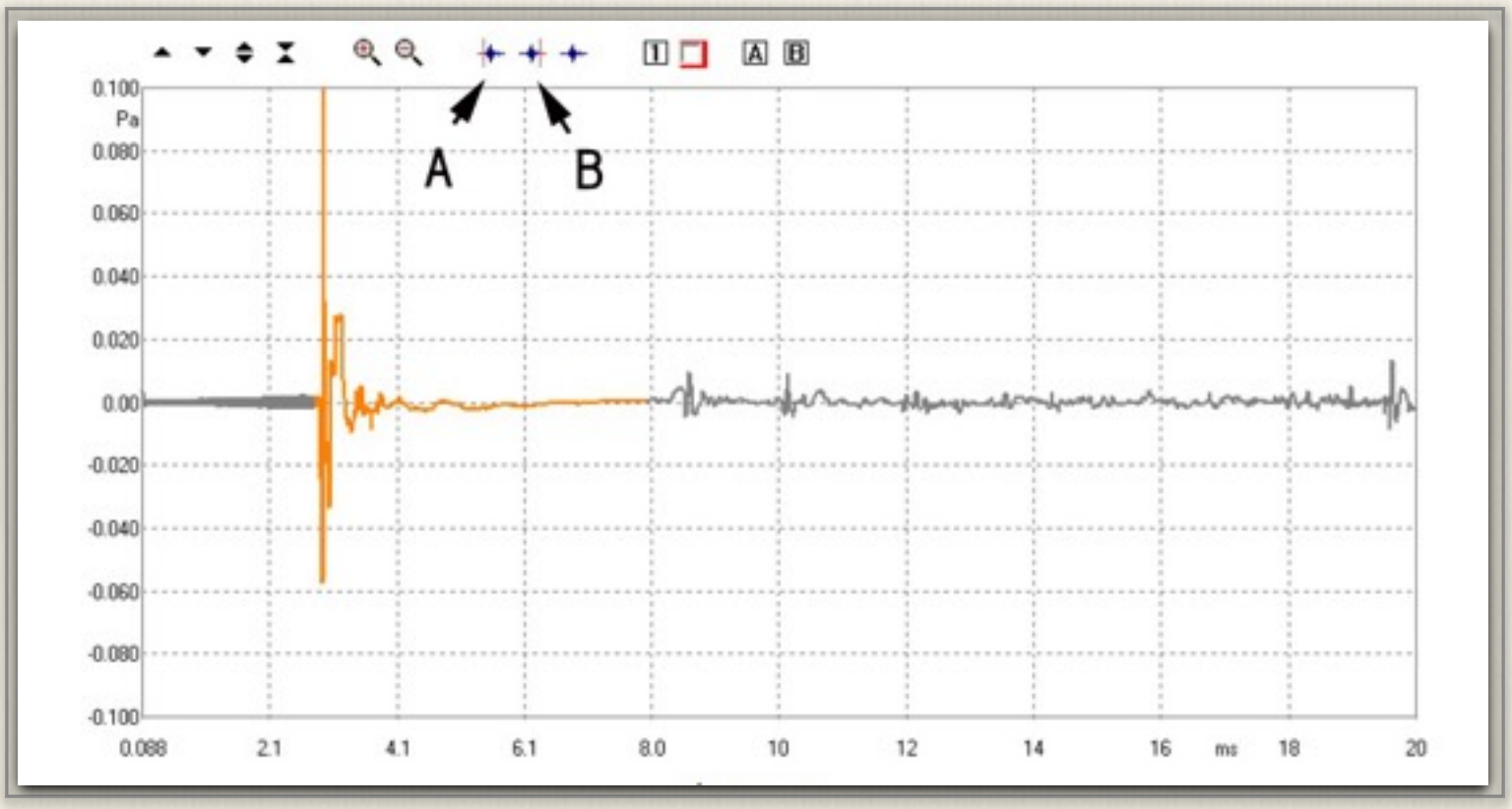


図2-9　時間軸波形表示

2.2）較正

較正にはマイク感度の設定と、電圧値の較正があります。マイク感度は予め測定データが付いているのでそのデータを入力するだけです。電圧値はCP-1から正確な1.000Vを出力し、それを入力側に折り返して、1.000Vと覚えこませるのです。

グローバルセッテング

グローバルセッティングはCLIO Pocket全般にわたる設定です。各々の測定項目に関する設定は、測定に先立ち個別に行います。

図2-4の「オプション」をクリックすると図2-10上が開きます。4個のタブがあり（上）は「General」タブです。ここでは測定時のサンプリング周波数他を選択します。

（中）の矢印A「Units」タブでは、Bのマイク感度と、Cの参照電圧を設定します。マイク感度はマイクに添付したデータシートに記載された「Sensitivity[mV/Pa]」値を入力します。参照電圧はディフォルト値である1.000Vでよいでしょう。

（下）の矢印A「Graphics」では、Bで画面表示の背景色を変更したりして自分の見やすい画面設定を行います。Bをクリックすると変えたい部分を選択することができます。選択した色はCに反映されるので、確認しながら作業を進めます。その下の「Lines」では、描画する曲線の太さなどの設定となります。その他印刷する時のフォント寸法選択なども行えます。

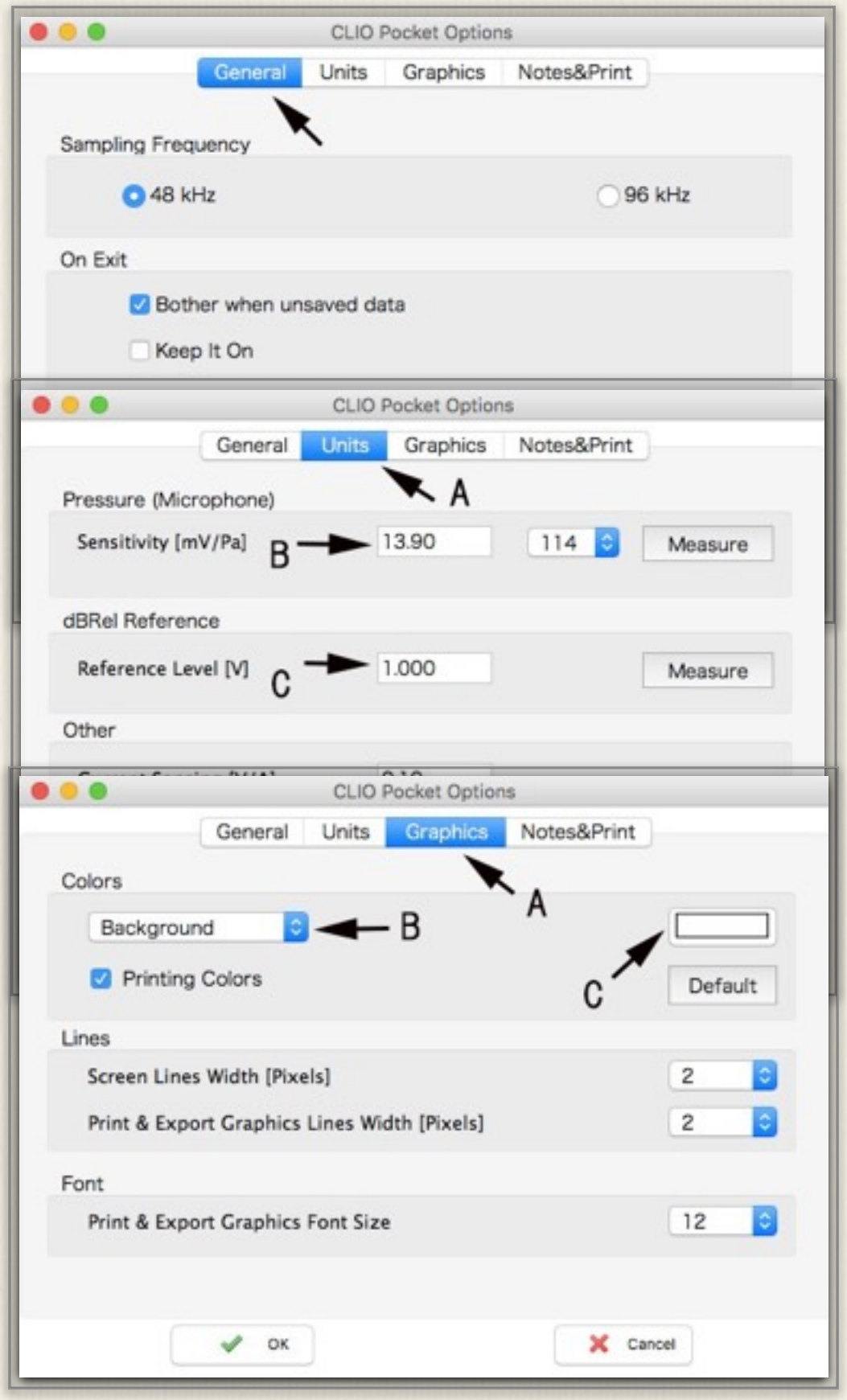


図2-10　CLIO Pocket Optionsの設定画面（上、中、下）

較正手順

測定電圧の較正手順に入ります。はじめに1KHzの正弦波を測定します。図2-11サイドバーの矢印Aをクリックし、CP-1の出力を入力にループバックします。ループバックするとこのマークが黒く変わります。次に、Bをクリックして1KHzの参照電圧を出力します。ディフォルトで正弦波1Vの電圧が出ることになっていますが、Cをクリックすると、図2-12が開きます。ここで、波種と周波数を設定、電圧値はサイドバーの△▽で調整します。

図2-11サイドバー

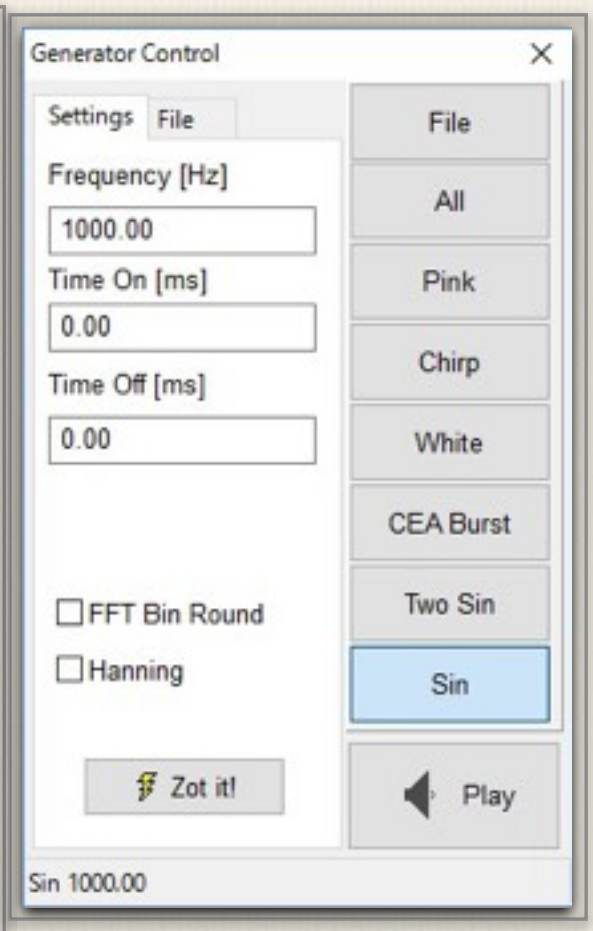


図2-12
信号発生器コントロール

この時の電圧計の読みが大体1V近辺であれば次に進みますが、確認のためにこの時点での信号を図2-13の画面で観測します。この図の白矢印で「FFT」観測を、表示は「周

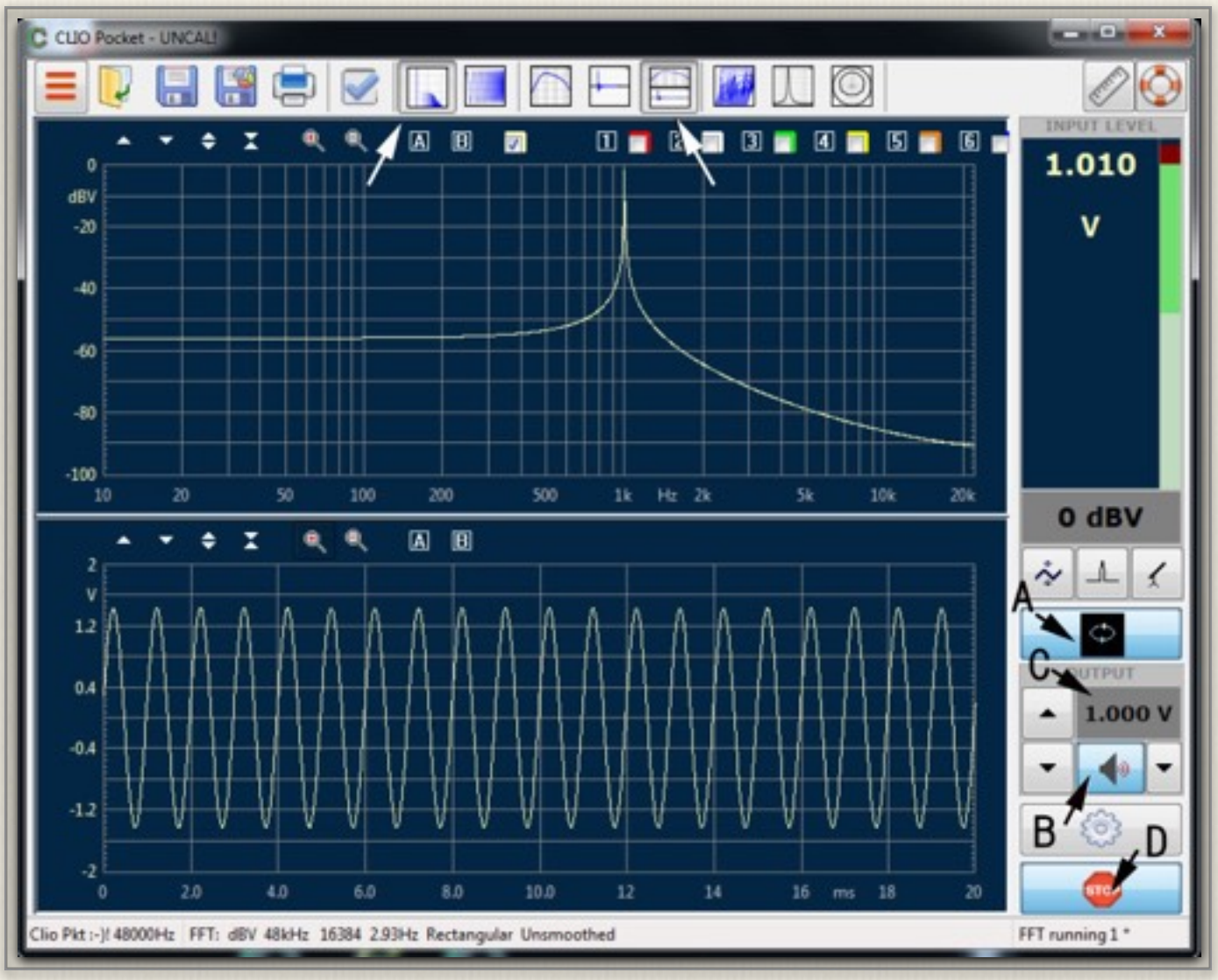


図2-13 FFT測定画面（1KHz正弦波）

波数軸＋時間軸」を指定します。矢印Dで測定スタートすると、この画面のように表示されます。

1KHz、1.000Vの正弦波が出力されていることが確認できたので、ここで図2-4「メインメニュー」をプルダウンし図2-13を開きます。「Calibration」をクリックすると図2-14左の電圧計の読みのように正しく、1.000Vが記憶され較正作業が完了します。

場合によっては図2-14右のようなメッセージが出ることがあります。これはCP-1の環境温度が20-26度近辺にない時に出されるので、10-15分位電源を入れた状態で再度較正作業を行います。

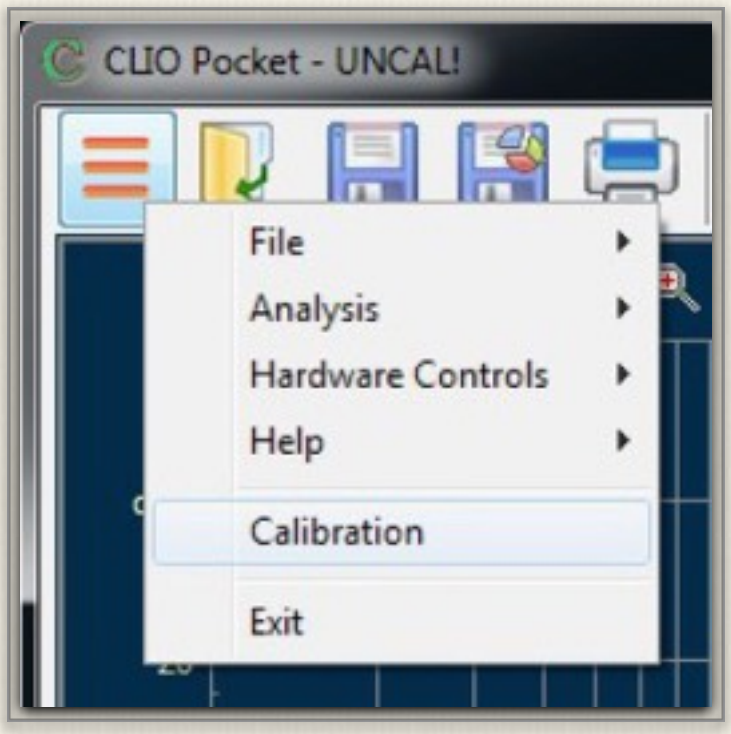


図2-13　較正指示

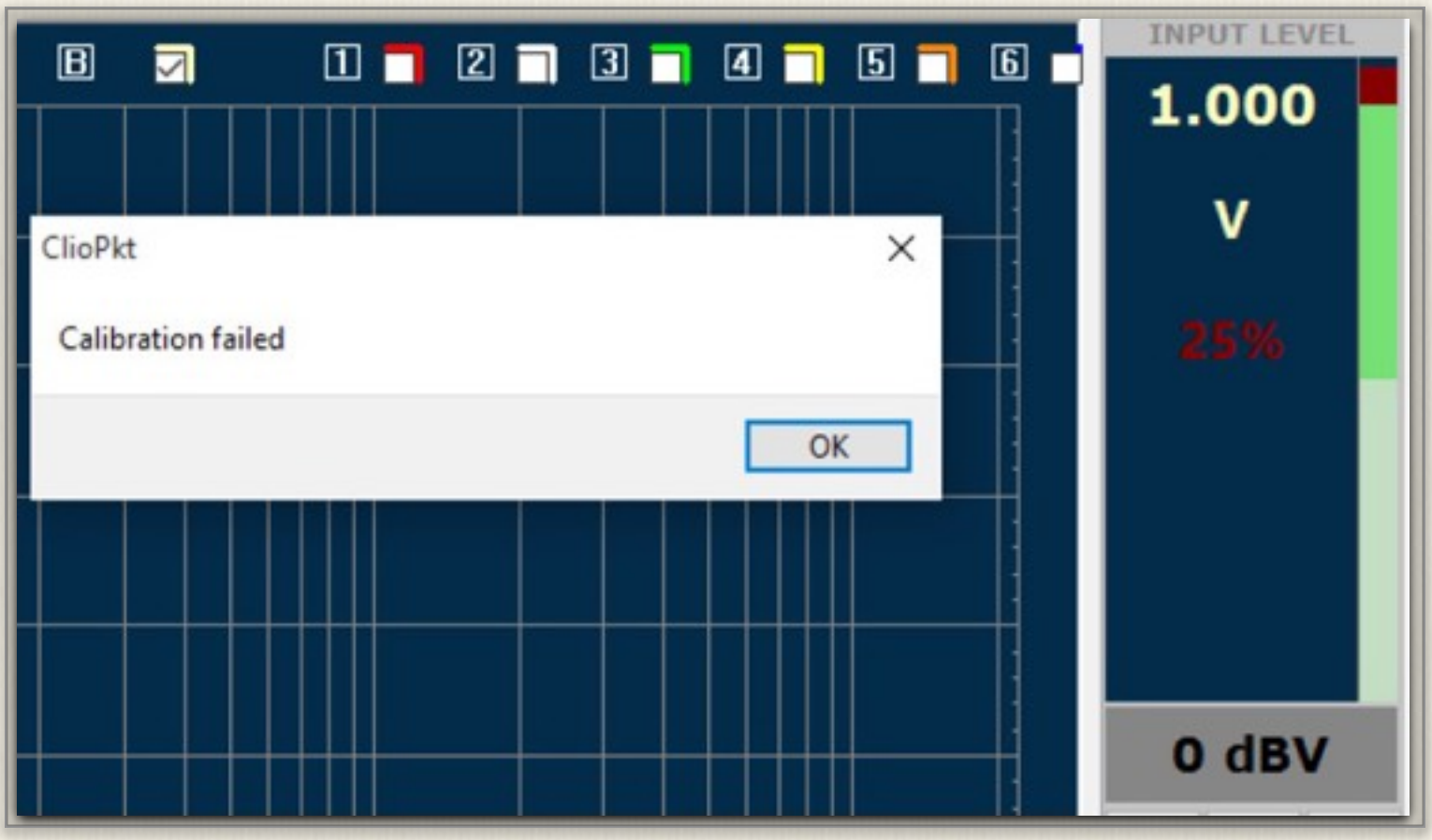


図2-14　較正完了（較正失敗）

較正が完了すると図2-3の「UNCAL」状態が解消され、図2-15矢印のように青色マークになり、測定が可能な状態になります。

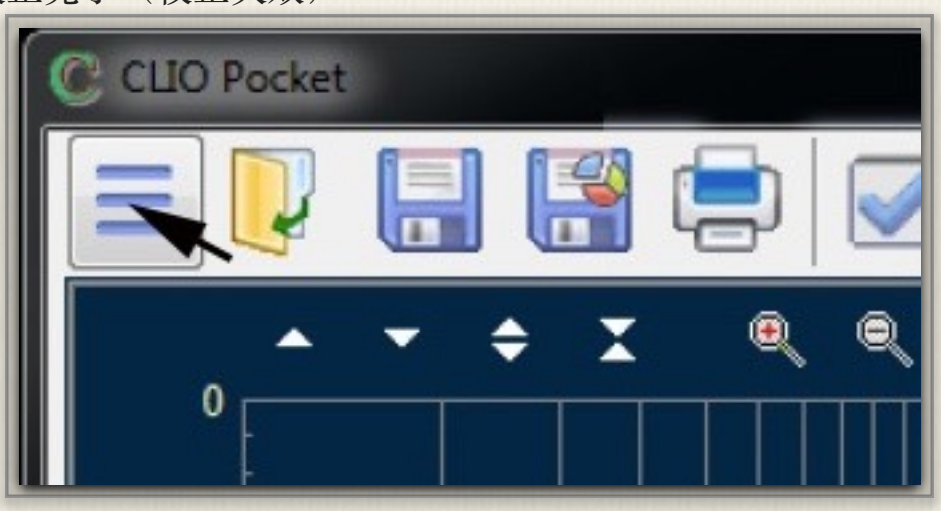


図2-15　較正完了

較正確認

電圧-周波数特性

較正作業は終わりましたが、最後に較正の確認をしておきます。サイドバー上で1.000Vを出力します。これをループバックして入力に内部接続すると、電圧の読みが上の窓に示され1.000Vとなります。（注：サイドバーの測定単位が「V」になっていない場合は、Vの文字をクリックしてプルダウンメニューから選択します）

次に、グラフ画面に移り矢印Aの「LogChirp」をクリックします。Bをクリックして測定を開始します。測定時間は数秒です。この時、電圧-周波数特性が測定されグラフ画面上Dで0dBVで水平線が引かれていることを確認します。これは1.000Vつまり０dBVで周波数特性がフラットであるということです。

図2-16
サイドバー

位相-周波数特性

次に位相特性の確認を行います。測定自体は既に行われているので、表示方法を

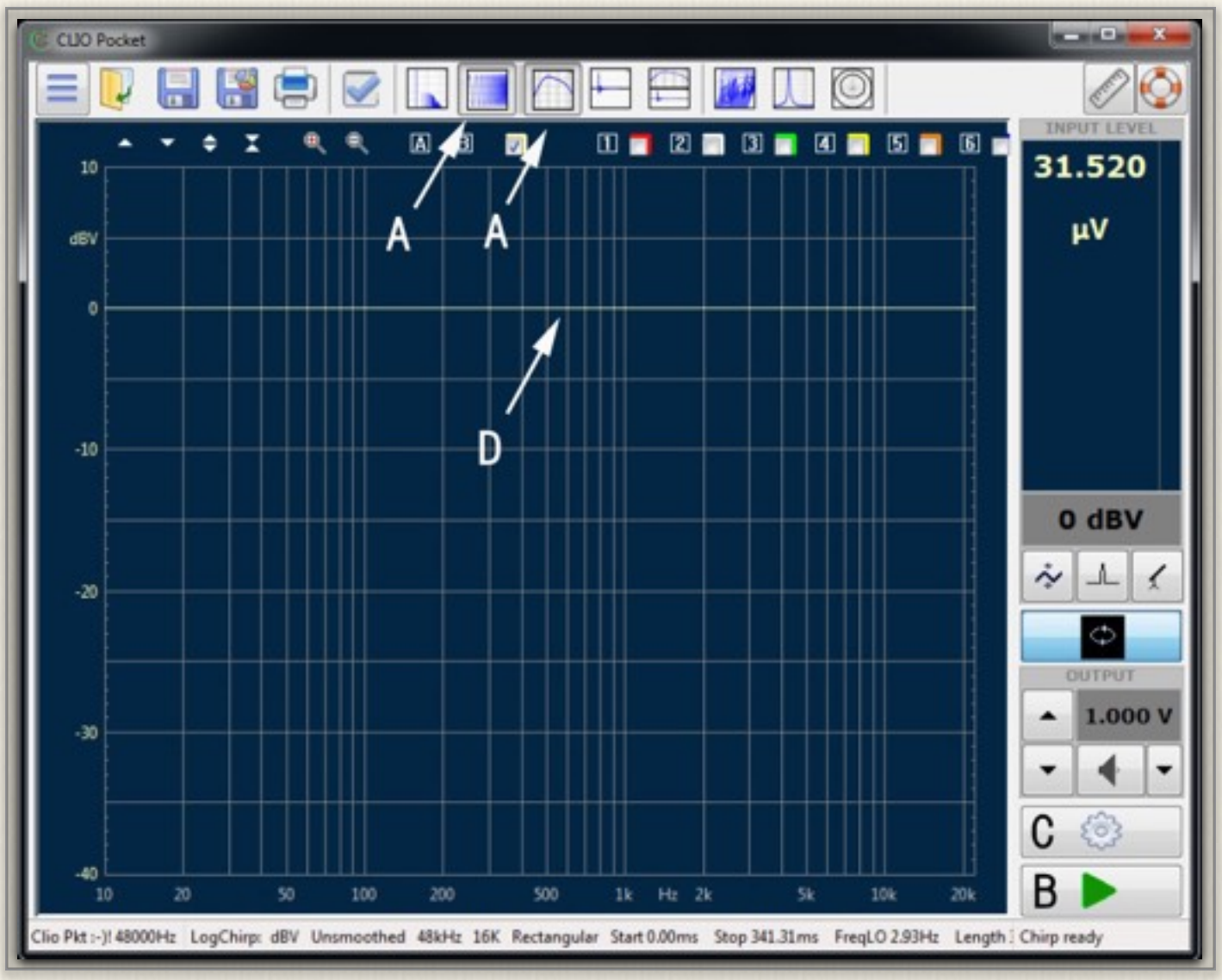


図2-17　測定系の電圧-周波数特性

変更します。そのために図2-17の矢印Cをクリックし「CLIO Pocket Options」を開きます。すると図2-18に設定画面が開きます。「LogChirp」タブを開きます。ここで「Phase」にチェックを入れます。「OK」で戻ると画面には矢印Aの位相特性が示されます。こちらも全域にわたり0°で、全くフラットな特性であることがわかります。

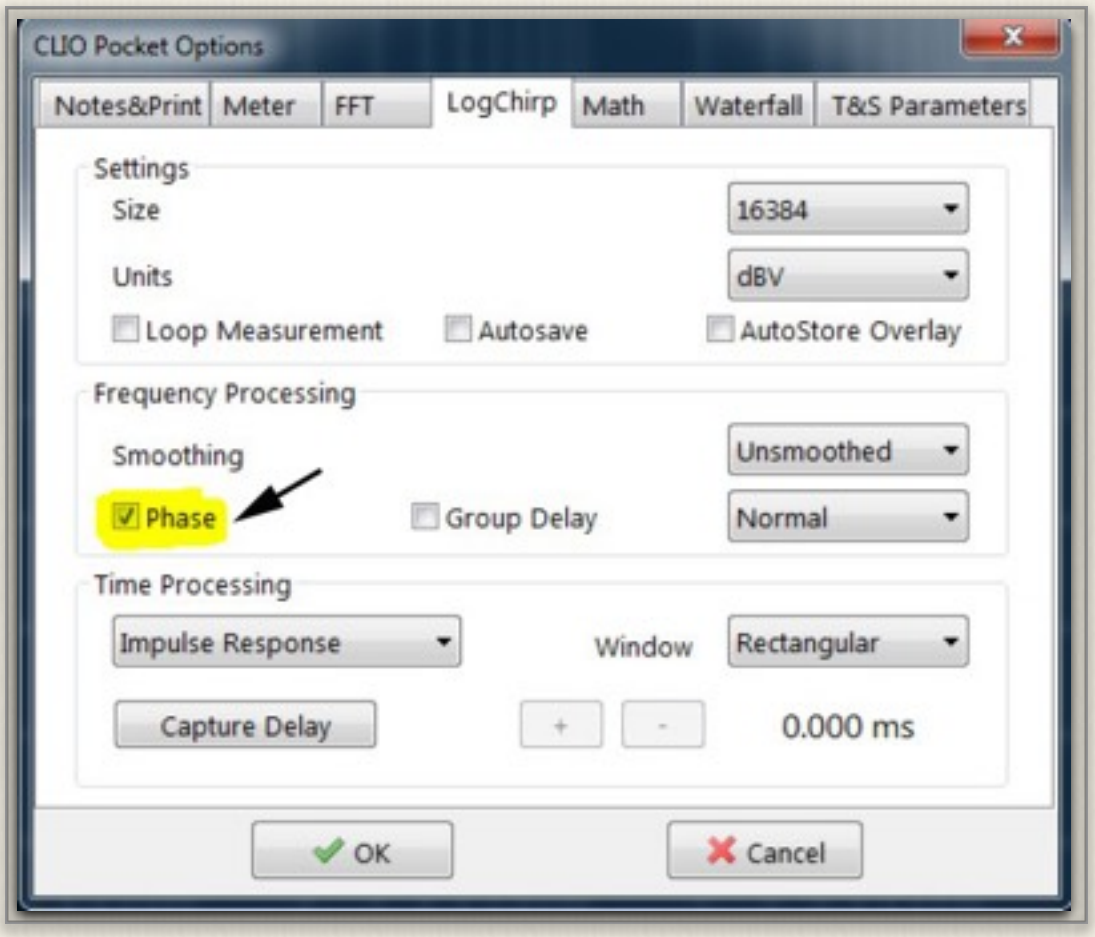


図2-18　「LogChirp」設定

これでグローバル設定と較正作業はこれで終了し、CLIO Pocketは使用状態になりました。測定時には、画面上左上コーナーが絶えず緑色になっていることを確かめて作業を進めてください。

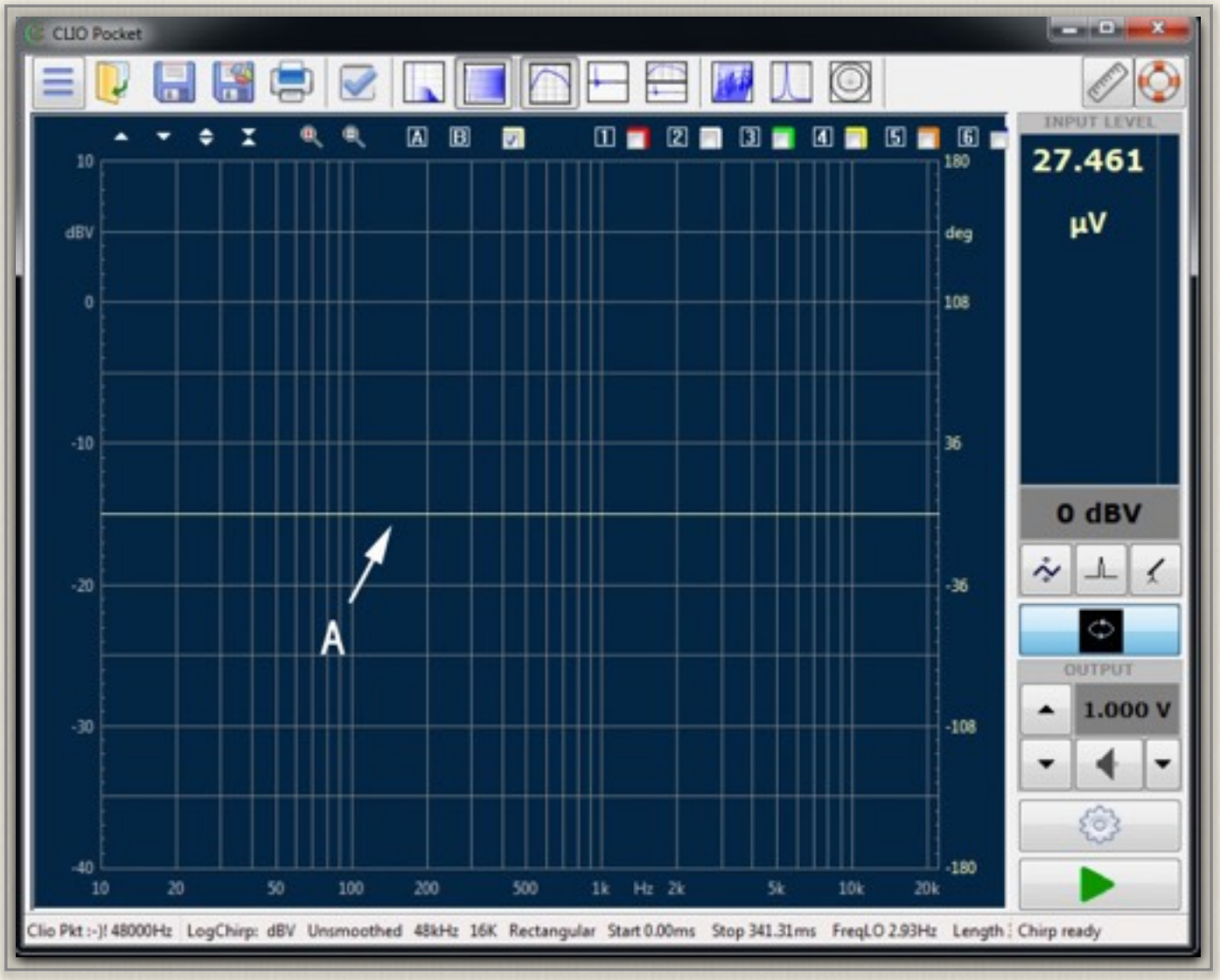


図2-19　測定系の位相-周波数特性（スケールは右）

（注意事項）

較正中または測定中の動作がおかしくなった時にはメインメニューをプルダウンし、「Help」から「System　Info」を開くと、各種の情報が記載されています。この情報を持ってAudiomatica社サポートデスクにご連絡ください。より的確なサポートを受けることができます。

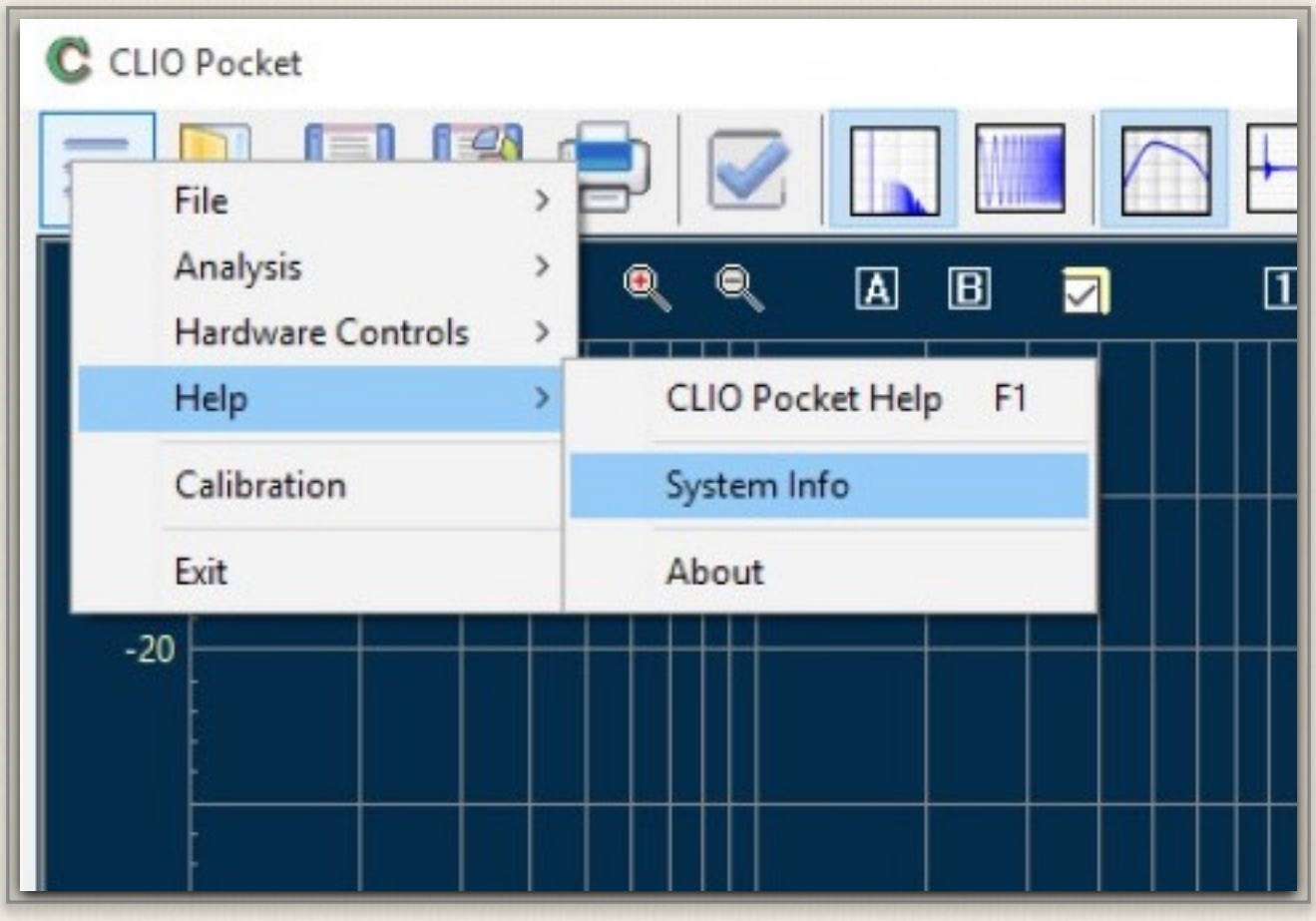


図2-20　システム情報

また、マイクにはスタンドへの取り付けアダプターが添付してあります。このアダプターを持ちいて手持ち又は新規のスタンドに取り付けてください。マイクスタンドは倒れやすいので、しっかりとしたものを使ってください。又マイクは衝撃に敏感な機器なので、丁寧に扱ってください。

図2-21　マイクスタンドへの取り付け

3：LogChirp測定

3-1）LogChirpによる測定

「LogChirp」測定は大変に有用な測定信号です。一般に使われる正弦波スイープ信号は、図3-1のように時間とともに正弦波周波数が高くなっていきます。この信号を別名「Chirp」信号と言います。ところが、一般に周波数グラフは、周波数が上がるに従い対数的に圧縮して表現します。このために効率よく、しかも特性の解像度を下げずに測定するには、測定信号も周波数的に圧縮した方が合理的です。このような信号を「LogChirp」信号と呼び、図3-2のような波形をしています。この「LogChirp」信号を使うと被測定物の伝達関数を知ることができます。これにより多くの解析が可能となります。

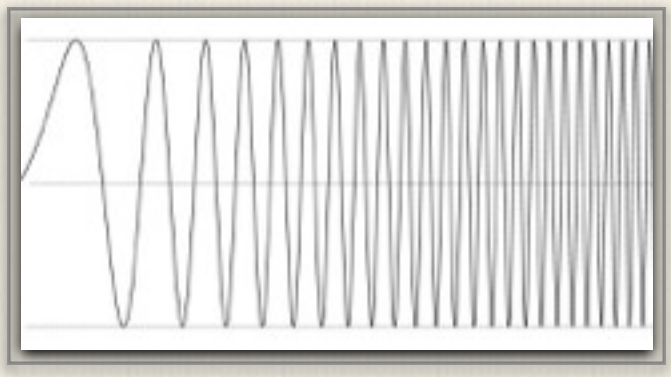


図3-1 Chip信号

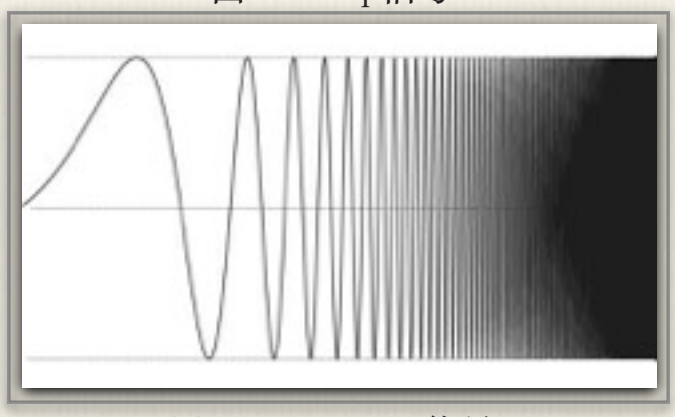


図 3-2 LogChirp信号

「LogChirp」信号は色々な測定で使われますが、設定法を図3-3に示します。サイドバーのギヤマークをクリックすると、この窓が開きます。ここは測定一般の設定画面なので、矢印A「LogChirp」タブを開きます。Bで測定対象単位を選択します。この図では「Ohm」になっていますが、ここをクリックするとプルダウンメニューが開くので、適宜必要なものを選択します。

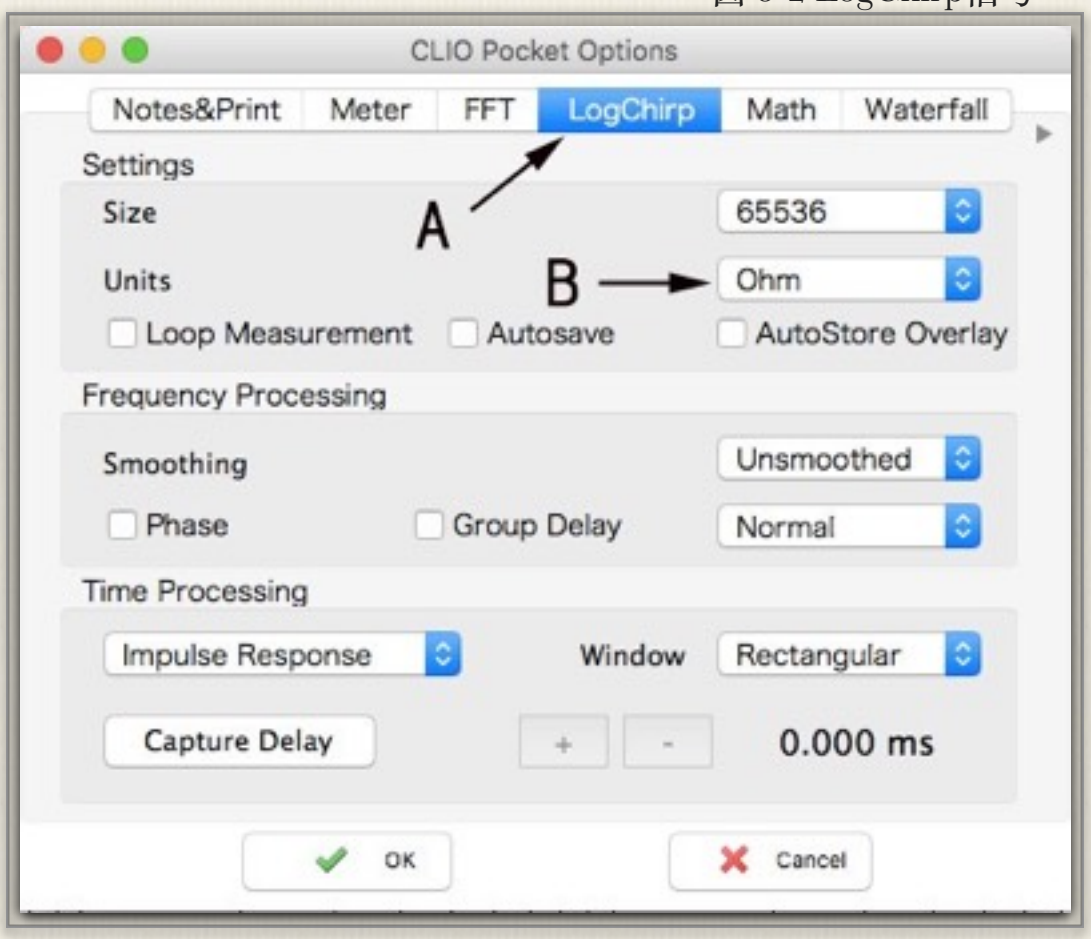


図 3-3 「LogChirp」設定画面

LCRメーター

「LogChirp」信号を用いた一番簡単な測定であるLCRメーターは下記の手順で行います。写真3-1の例で説明します。

① 被測定コンデンサーを、付属のメーブルを使ってCP-1の出力に接続する

② サイドバーの矢印A測定単位（uF）をクリックし、図3-4のようにプルダウンメニューを開く

③ コンデンサー容量の測定なので、「Capacitance」を選択する

④ 矢印Bループバックをセットする

⑤ スタートして「LogChirp」測定する

⑥ サイドバー上部に測定値が表示される

同様にコイル（Inductance）、純抵（Resistance）などの測定もできます。いずれも「測定単位」を設定後、LogChirp測定を行います。

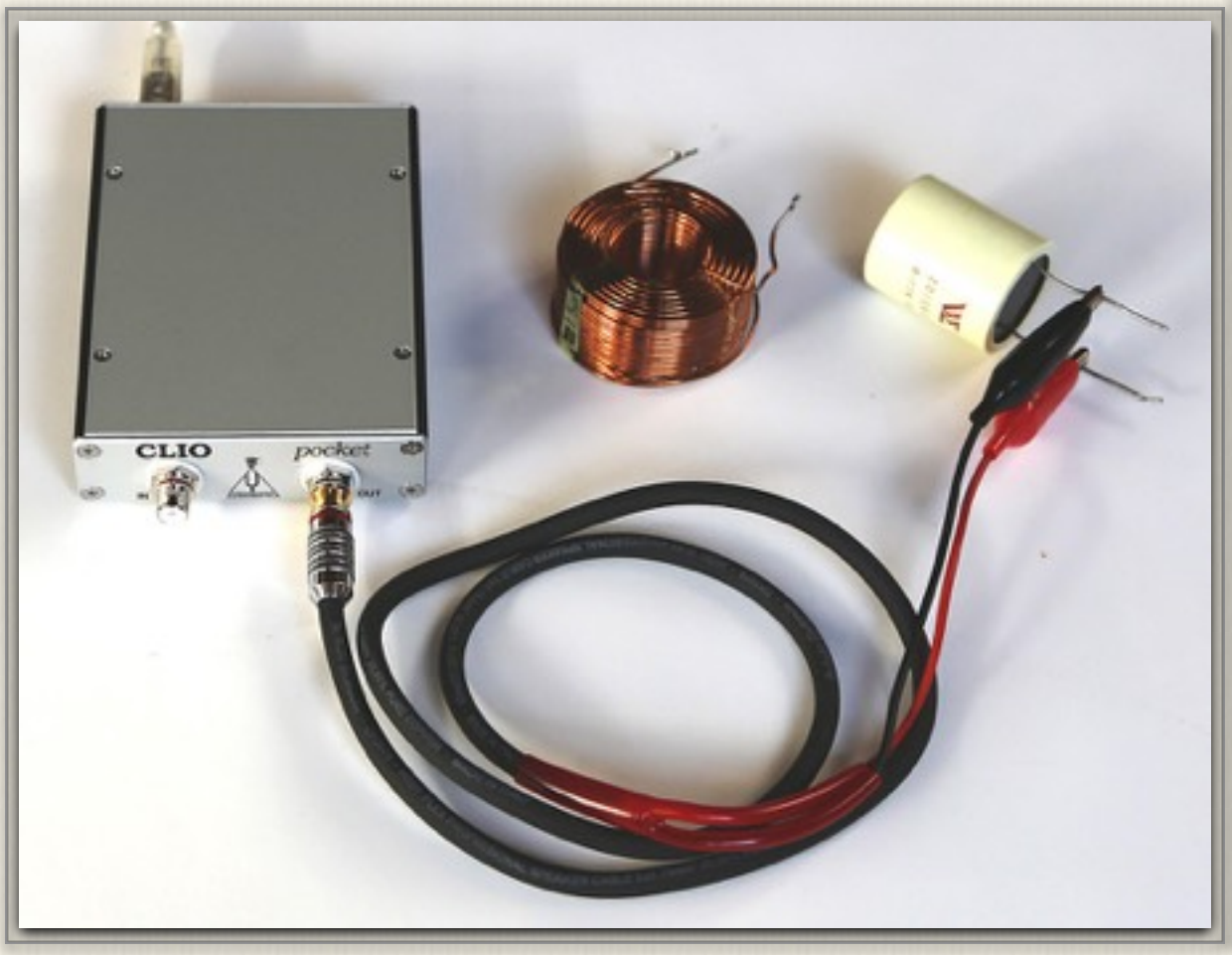


写真3-1 LCR測定時の接続

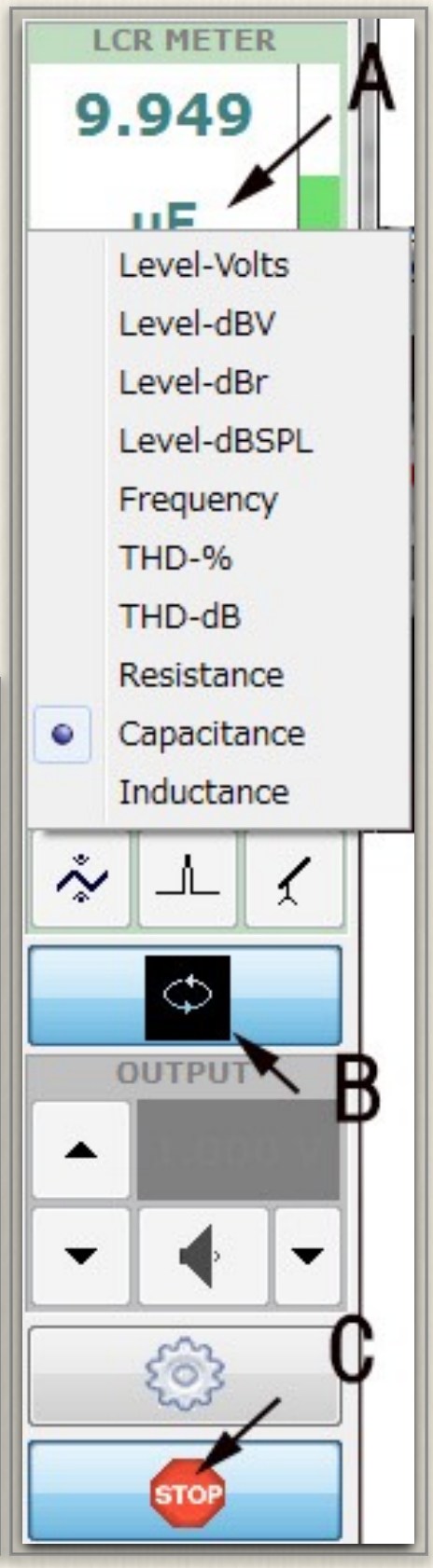


図3-4 サイドバー

3-2）ボイスコイルインピーダンス特性とT&Sパラメーター

インピーダンス測定

写真3-2
スピーカーインピーダンス接続

スピーカーのボイスコイル　インピーダンスが全ても源になるので、最初にインピーダンス特性を測定します。

① 写真3-2のようにCP-1の出力にスピーカーを接続する

② 図3-3の設定画面で矢印B「Ohm」を選択する

③ 図3-5矢印アで「LogChirp」を選択

④ サイドバー矢印Bでループバック設定を行う

⑤ 矢印Cで測定スタート

インピーダンス表示は図3-4のグラフ画面に表示されます。ここでカーソルをマウスで移動して矢印Dのところがピークであることがわかります。図3-3設定画面の「Phase」にチェックすることで、位相特性を表示できます。

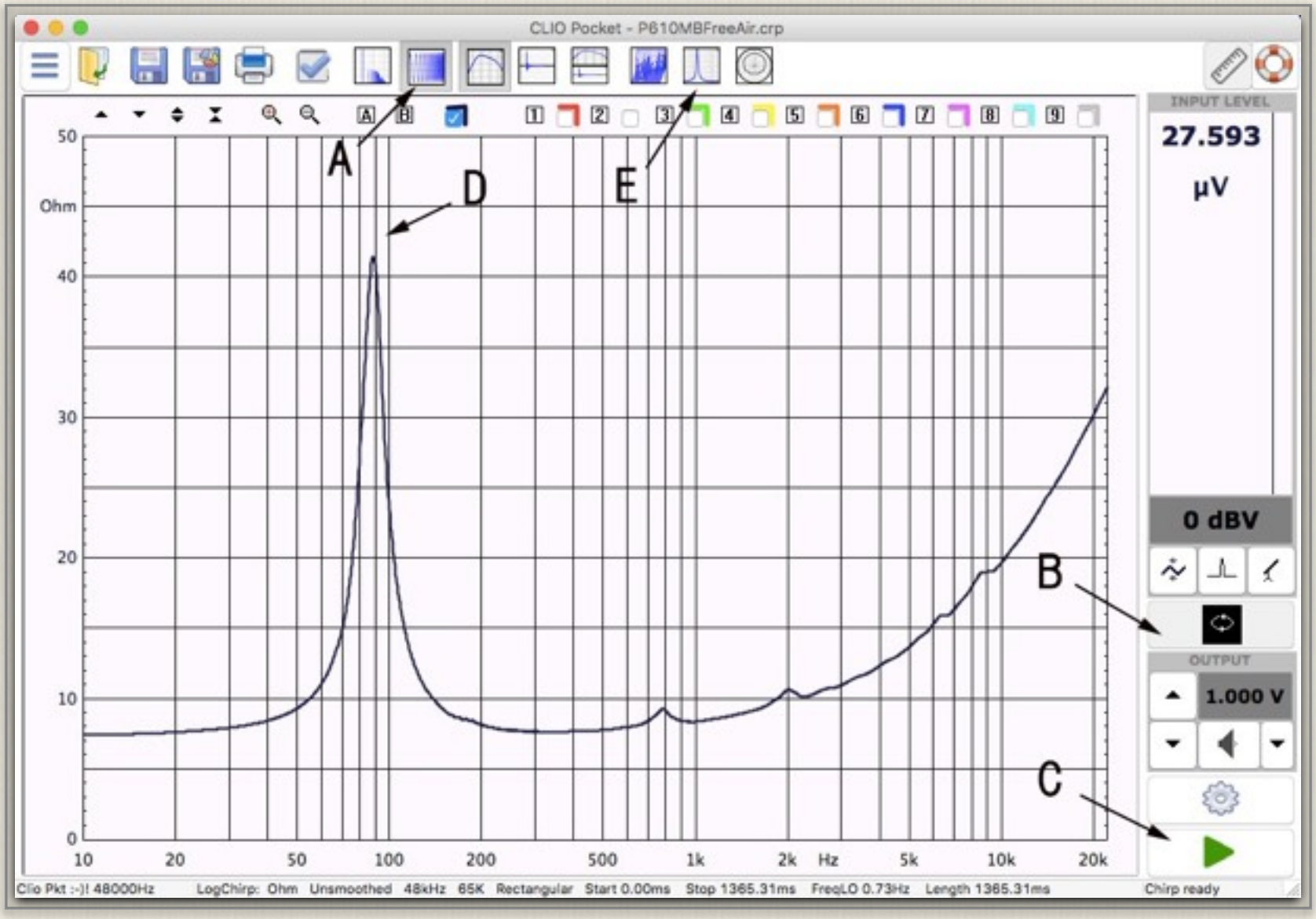


図3-5　インピーダンンス特性

T&Sパラメーター算出

スピーカーエンクロージャーを設計するには、最低限T&Sパラメーターを知る必要があります。T&Sパラメータを算出するためには、前項で測定したインピーダンス特性（自由空間インピーダンス）と振動板に負荷をかけた時のインピーダンス特性の二つが必要です。

負荷の掛け方には二つの方法があり、第一は振動板に重量負荷を、第二は空気負荷をかける方法です。はじめに重量負荷を掛けてパラメーターを算出します。

自由空間インピーダンス

前項でインピーダンス特性を測りました。接続はこのままで測定を続けます。

① 図3-3の設定画面「CLIO Pocket Options」上で「T&S Parameters」タブを開き図3-6を表示する

② 矢印Bの自由空間「Free Air」を選択し、メーカー名や型番を入力する

③ Cの「Measure」をクリックする。DC抵抗値が自動的に測定され、この場合7.4Ωが入力される

④もう一つのパラメーターである振動板直径をDに入力する（これは、直径を計測してもよいし、もし振動板有効面積（S）がカタログなどから分かっている場合は、その値を下「Area」に入力してもよい）

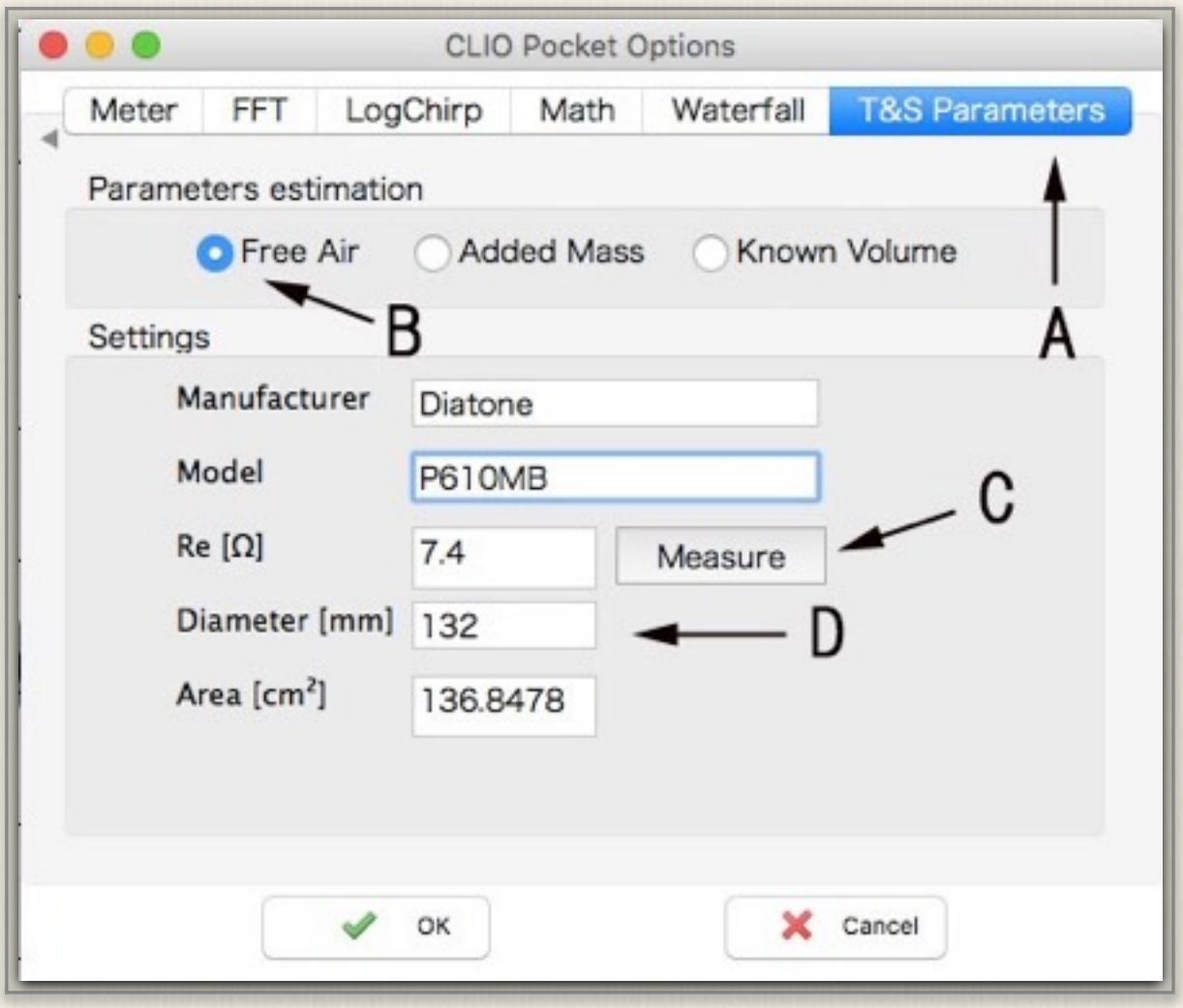


図3-6　T$Sパラメーター（自由空間）設定

⑤「OK」で戻る

⑥　図3-5の矢印Eをクリックして、自由空間インピーダンス特性から計算されるT&Sパラメーターを図3-7に表示する。

この状態ではパラメーターのわかるものもあるが、不明なものも多くあります。次に第二のインピーダンンス測定を行います。

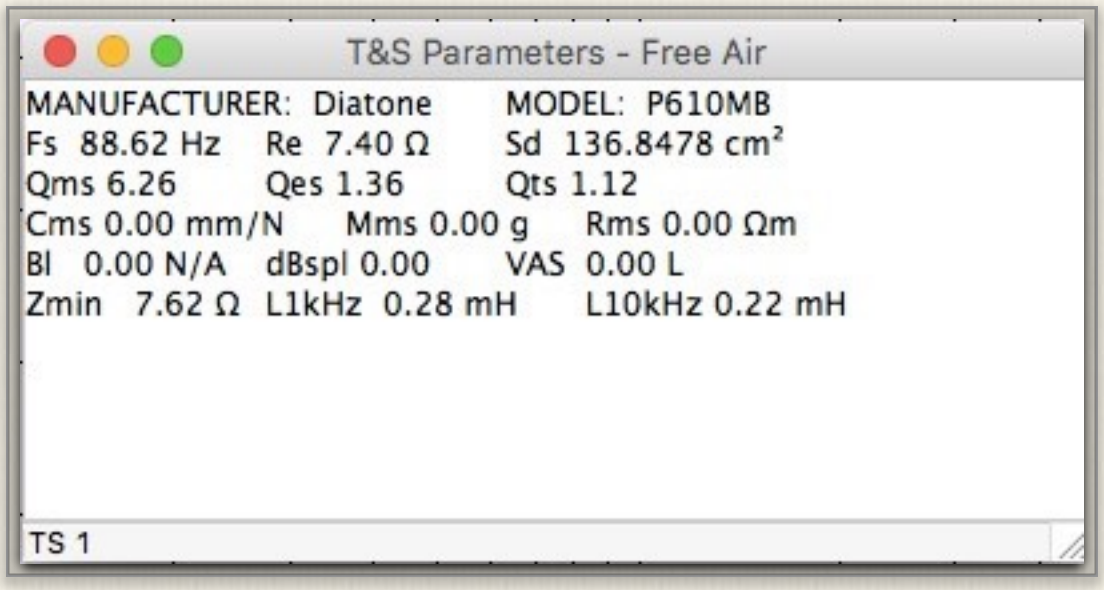


図3-7　「T&S パラメーター（自由空間）」画面

重量負荷インピーダンス

写真3-3の様に振動板に油粘土の様な重量を与えます。粘土の重さは、重さの分かった硬貨などとバランスを保つことで計測します。ここでは一個4.8グラムの100円硬貨4個で19.2グラムとします。前項と同じインピーダンス特性を測定すると図3-8となります。重量が加わったために矢印Aの共振周波数は下がります。

写真3-3　振動板に重量負荷をかける

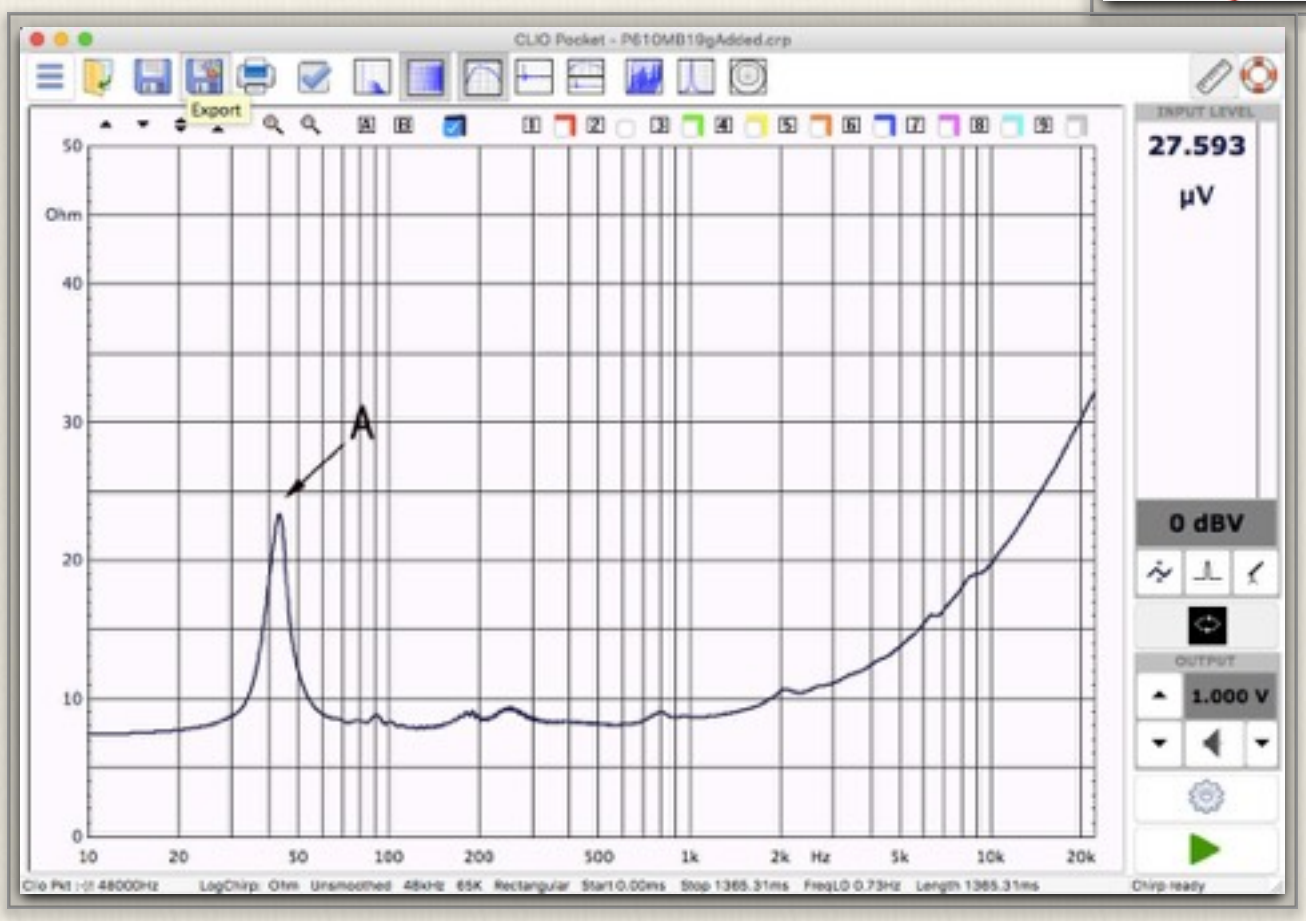


図3-8
重量負荷インピーダンス特性

① 再び「CLIO Pocket Options」上で、図3-9「T&S Parameters」タブを開く

② 矢印A 重量負荷「Added Mass」を選択する

③ 振動板に負荷した重量を、矢印Bに入力

④ T&Sパラメーターを開く

ここでは図3-10の様にT&Sパラメーター値の全てが計算され、表示されます。スピーカーエンクロージャーなどの設計には、少なくともFs、Qts、Vasが必要になります。他のパラメーターもスピーカーネットワークなどの設計時に必要になります。

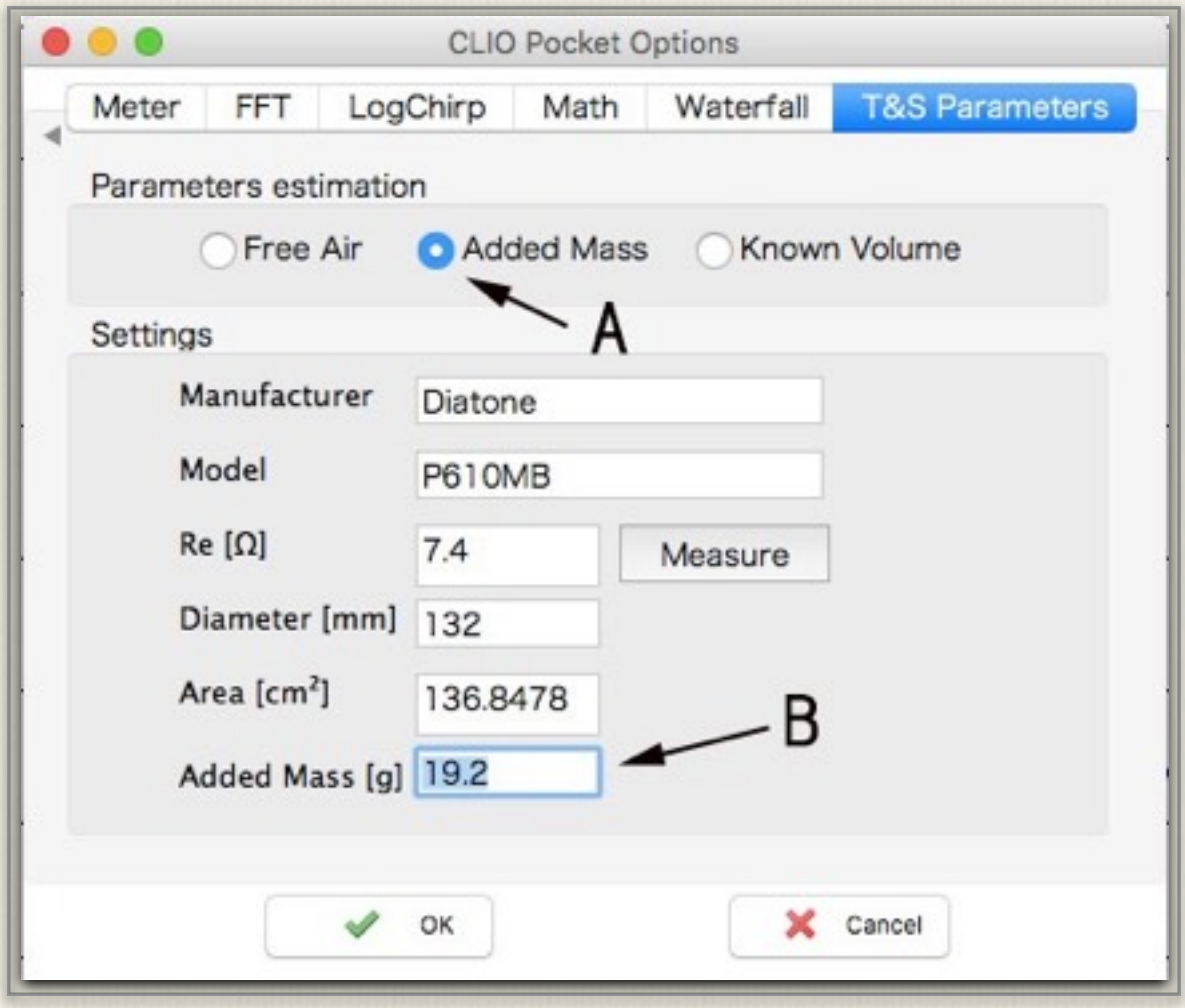


図3-9　T&Sパラメーター（重量負荷）設定

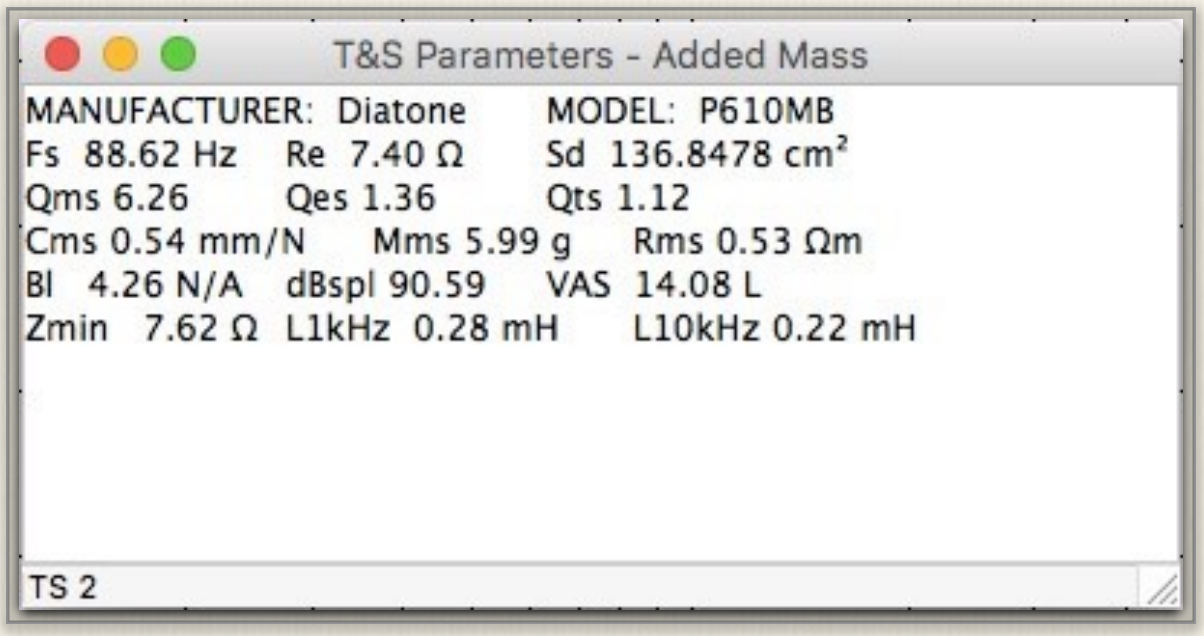


図3-10　「T&S パラメーター（重量負荷）」画面

空気負荷インピーダンス

次はT&Sパラメーターを、空気負荷をかけて算出する方法です。写真3-4の様に容積が正確にわかった、密閉のエンクロージャーを用意します。エンクロージャー内部には吸音材などQに影響する様な材質は取り除きます。スピーカーをエンクロージャーにマウントし、インピーダンス特性 図3-11を得ます。

①矢印A空気負荷「Known Volume」を選択する

② Bに空気容量（リットル）を入力

③ T&Sパラメーターを開く

以上で図3-13の様にT&Sパラメーターが求まります。注意点として、いずれの方式の場合でも負荷重量（g)、空気負荷容量（L）をできるだけ正確に計測します。また、負荷を加えた時のFsのズレは10~20%位が良いとされます。

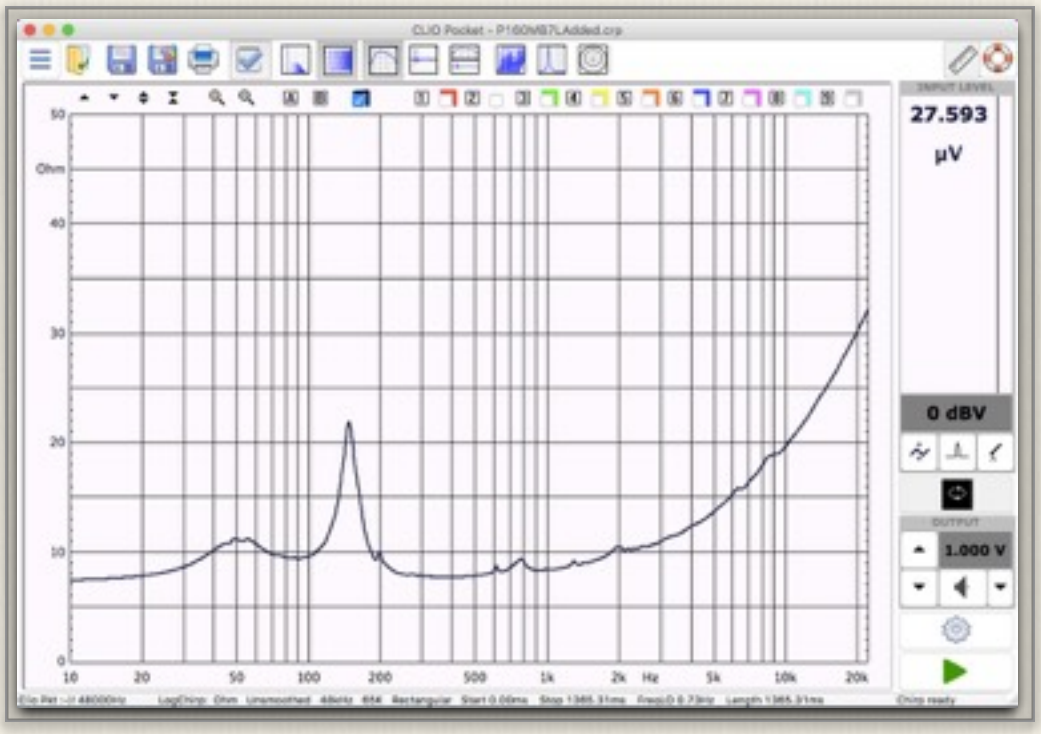


図3-11　「インピーダンス特性（重量負荷）」画面

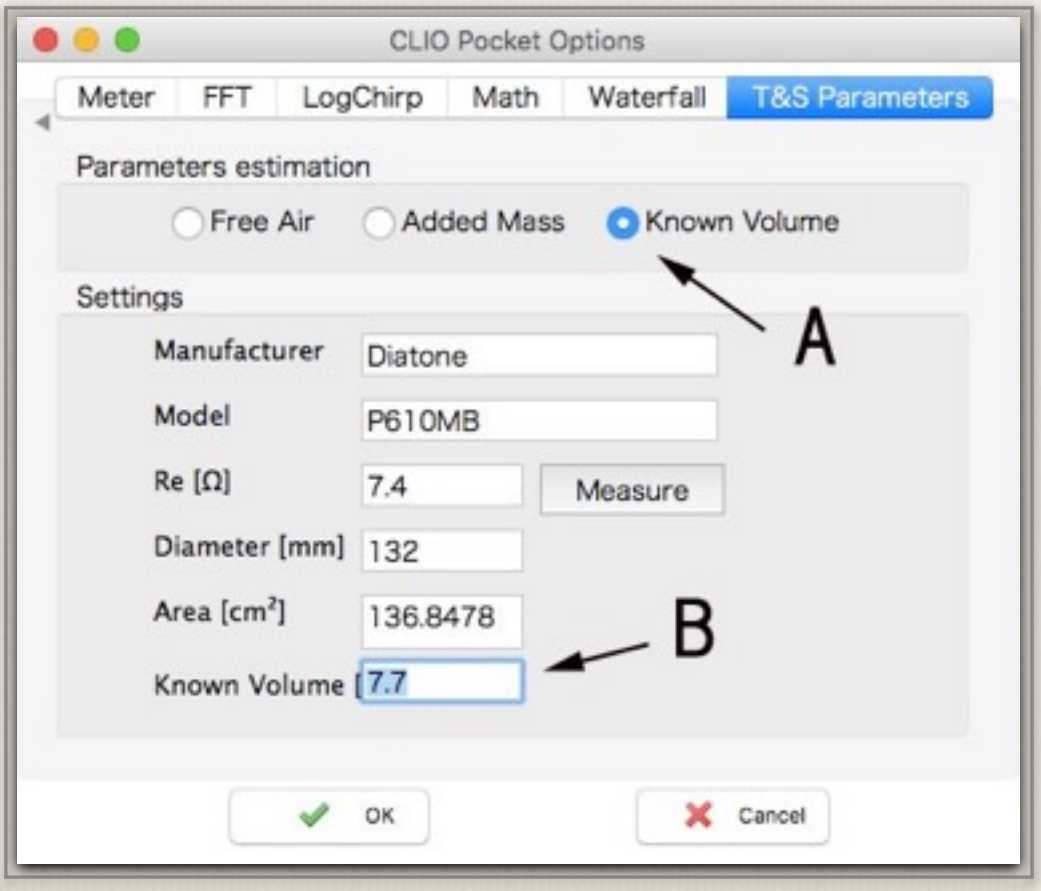


図3-12　「インピーダンス特性（空気負荷）」画面

写真3-4　空気負荷を掛ける

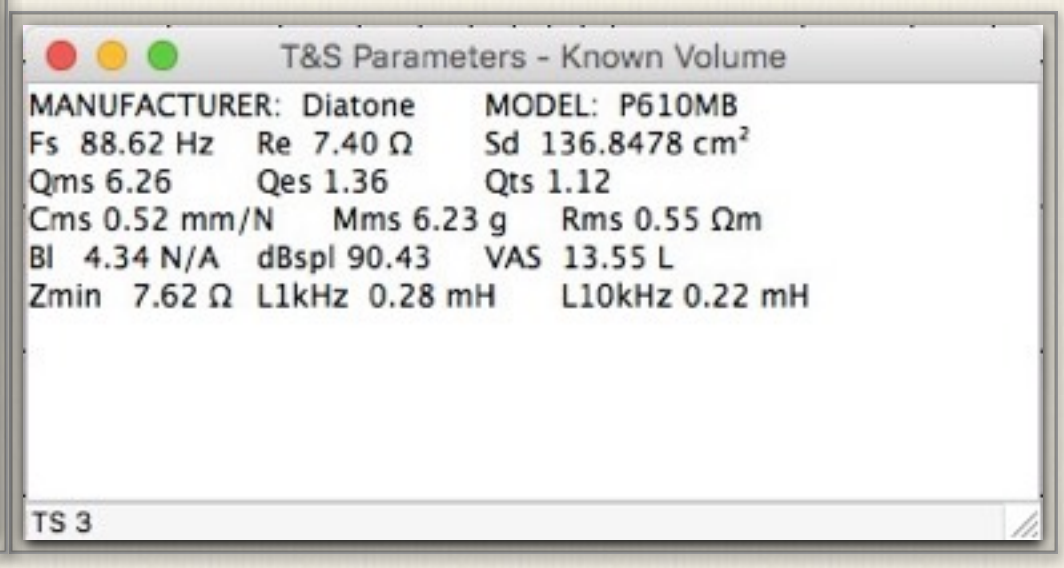


図3-13　「T&Sパラメーター（空気負荷）」画面

3-3）電気・電子回路の周波数特性測定

電気回路や電子回路の特性測定には「LogChirp」測定を使用します。接続は被測定回路または機器の入力にCP-1出力を、機器の出力をCP-1入力に入れて機器の振る舞いを観察します。測定に先立って、被測定回路には予期しない高電圧がかからないように、印加電圧は低い方から徐々に上げていくように注意を払います。

図3-14　測定接続図

図3-3矢印Bの単位部分をクリックします。すると「Ohm」となっているところがプルダウンし、図3-15が開きます。電気系の測定では電圧測定となるので「dBV」を選びます。

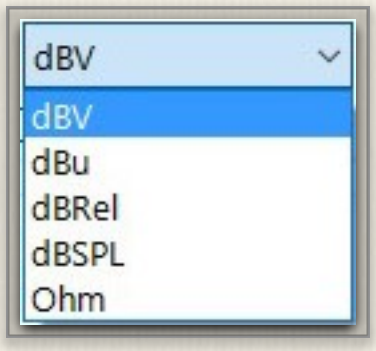


図3-15
測定メニュー

図3-16はスピーカーのアッテネーター付きのLCネットワークのゲイン特性です。右は各アッテネーター位置における減衰と特性を示します。LCネットワークにスピーカー負荷を接続した場合と、純抵抗の場合との違いなどを観察します。

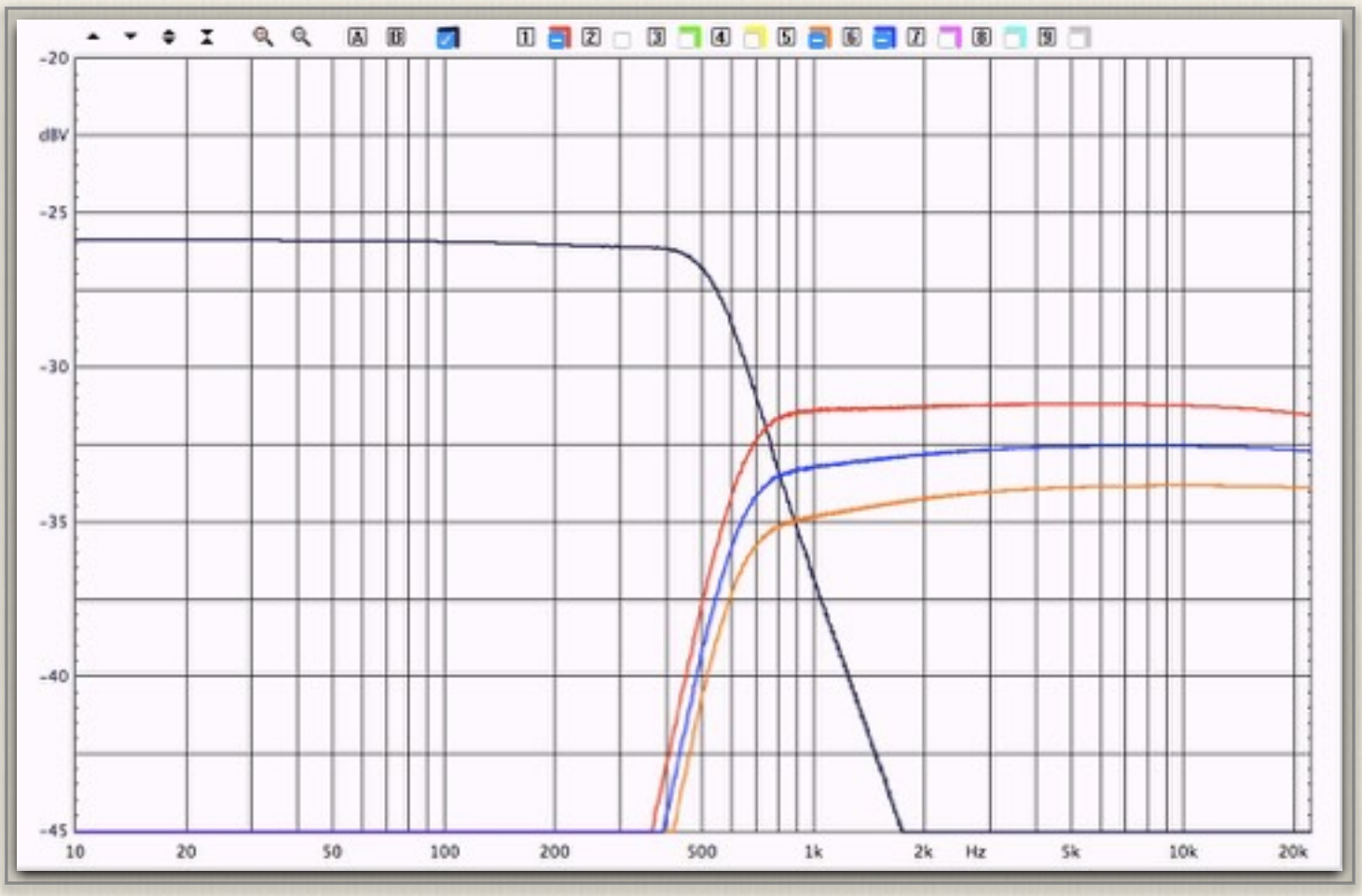


図3-16　LCネットワーク回路の特性（左：LPF、右：HPFプラスアッテネータ）

図3-17はダンピングファクターの低い真空管アンプなどの出力電圧特性です。測定時にはパワーアンプのボリュームは絞った状態から始めます。純抵抗負荷電圧特性とウーハー負荷電圧特性の比較です。赤色がスピーカー負荷特性で、一旦測定後オーバーレイに保存、純抵抗負荷を黒色で再度測定したものです。

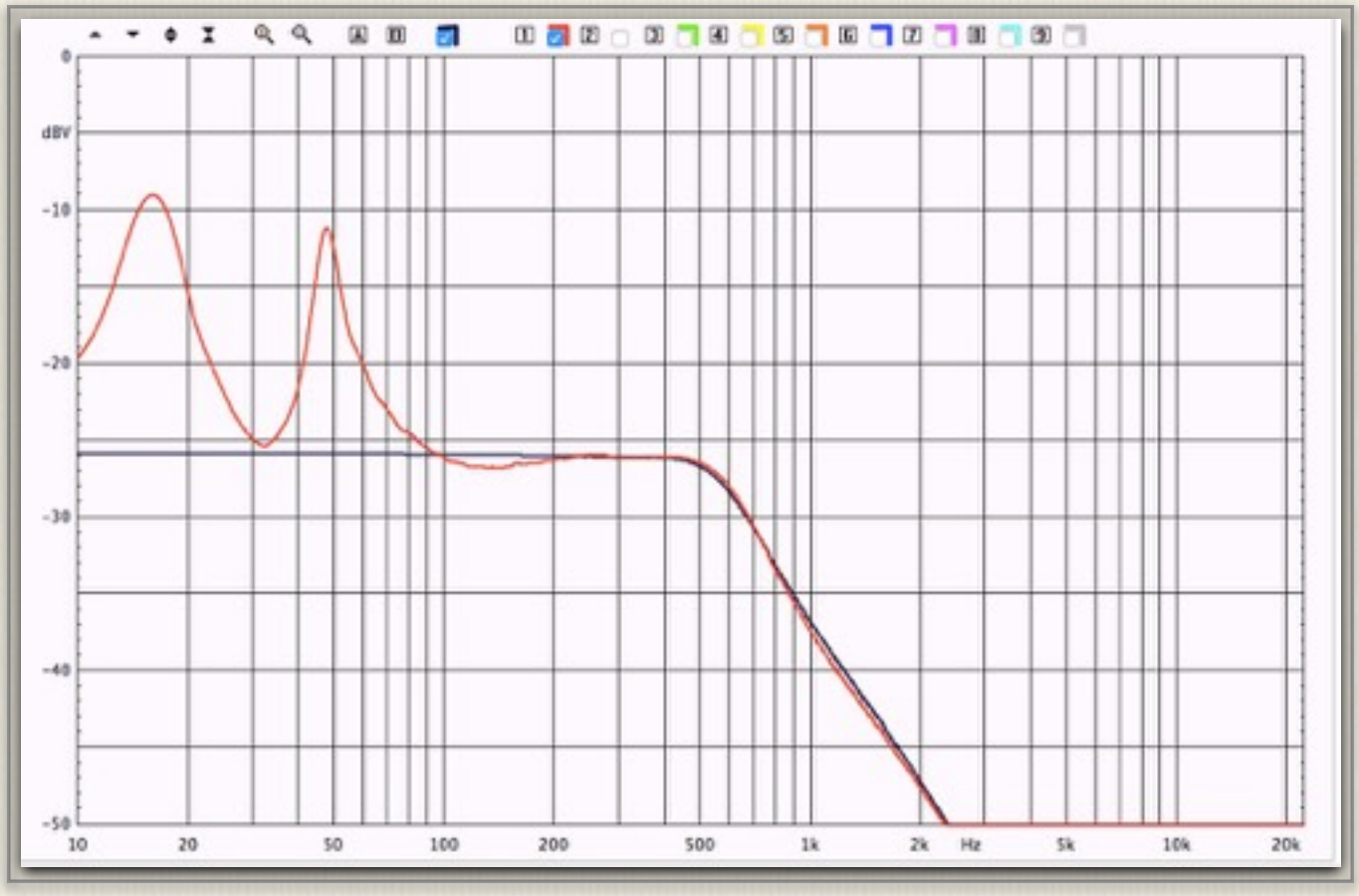


図3-17　真空管アンプへのスピーカーインピーダンス負荷と電圧特性

次に、フォノイコライザーなど低い電圧で動作する電子回路特の測定について説明します。このような場合、予めCP-1から出力される電圧を十分に下げておく必要があります。

そのためには図3-18のサイドバー出力電圧を調整し0.01V（10mV）ぐらいにします。確認のためにループバックすると9.997Vと出ます。目的の応じて出力電圧を調整します。

図3-18
CP-1出力電圧の調整

図3-19はコントロールアンプなどに含まれるフォノイコライザー（RIAA）回路の特性測定です。赤が電圧特性、黒が位相特性です。

図3-20はコントロールアンプなどに含まれる各種フィルターの電圧特性です。いずれもオーバーレイ機能を使って、同一画面に複数の特性を表示したものです。

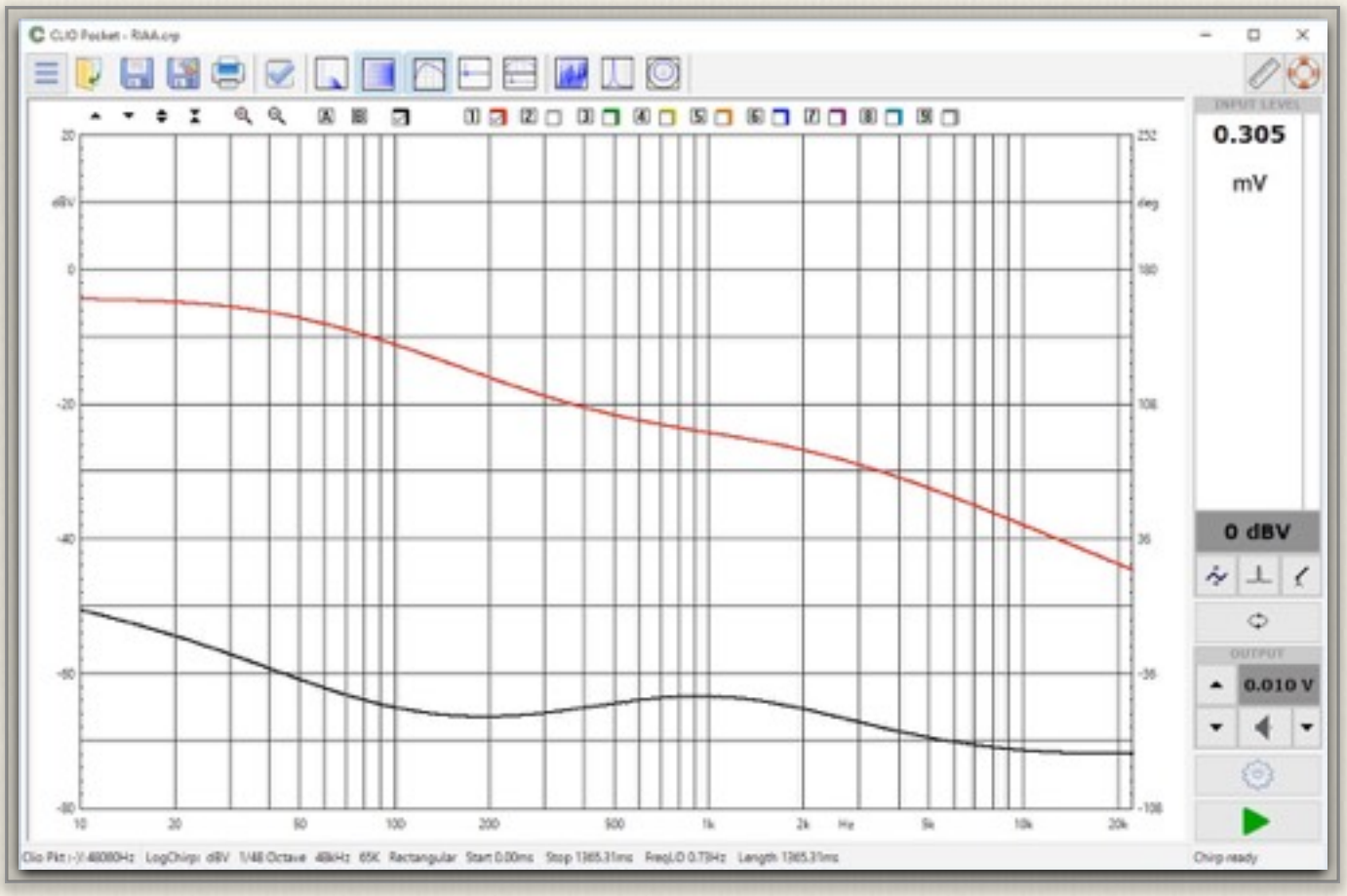


図3-19　フォノイコライザーの電圧と位相特性

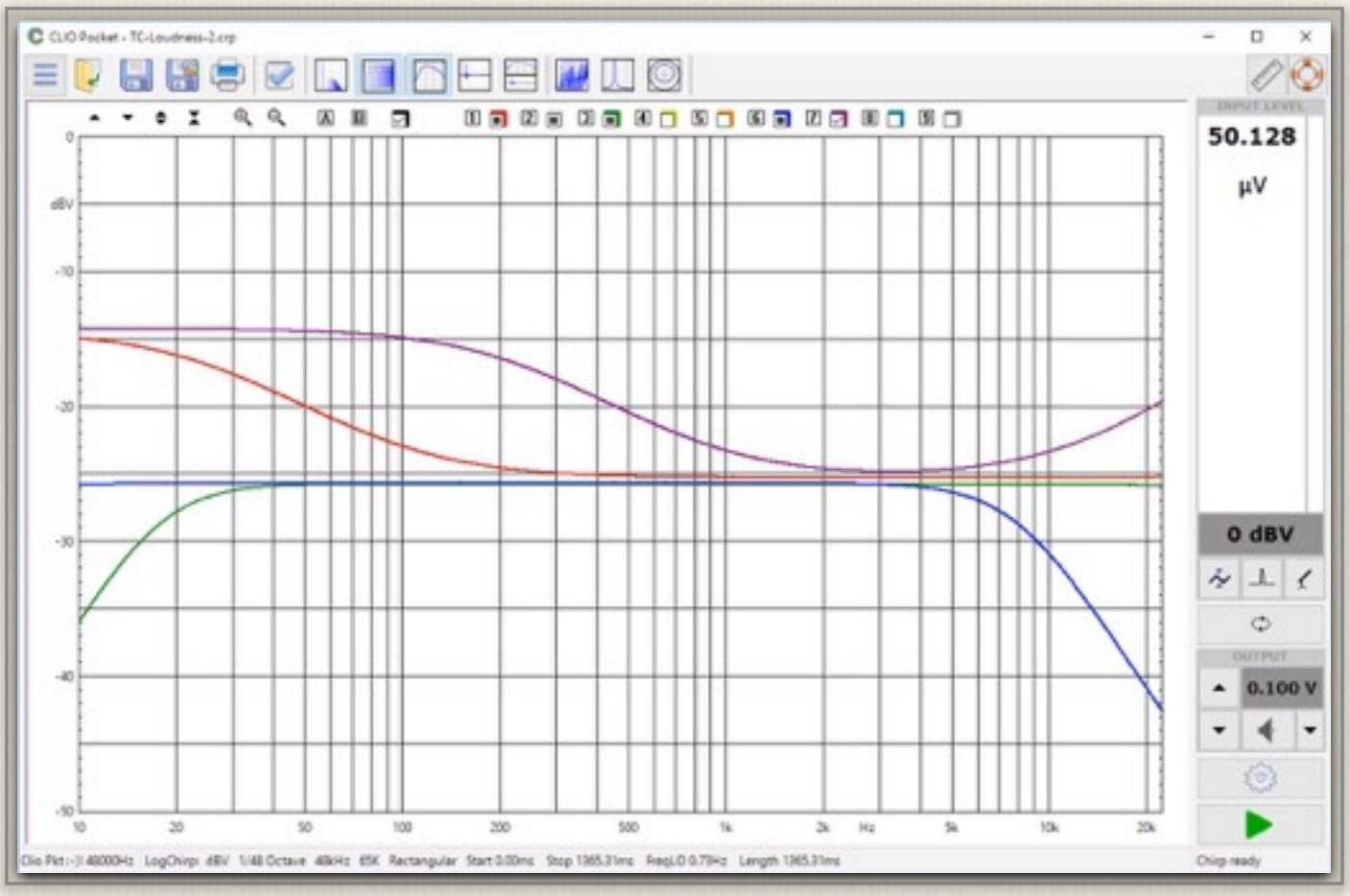


図3-20　コントロールアンプに含まれる各種フィルターの電圧特性

3-4）スピーカー特性の測定と各種分析

SPL特性

マイクを使ったスピーカー音の特性測定に入ります。簡単な測定であればCP-1の出力で、直接スピーカーを駆動することができます。写真3-5のようにCP-1の出力を、付属のケーブルでスピーカー端子に接続します。マイクは付属のケーブルでCP-1の入力に接続します。

写真3-5　スピーカー接続

① 「CLIO Pocket Options」を開く

② 図3-21画面上「LogChirp」タブで、測定単位「Units」をdBSPLに設定

③ 「OK」で戻る

④ 図3-22サイドバー矢印Aで、マイク電源を供給

⑤ Bでループバック Offを確認

⑥ Cで出力電圧を3V程度に設定

⑦ Dで測定スタート

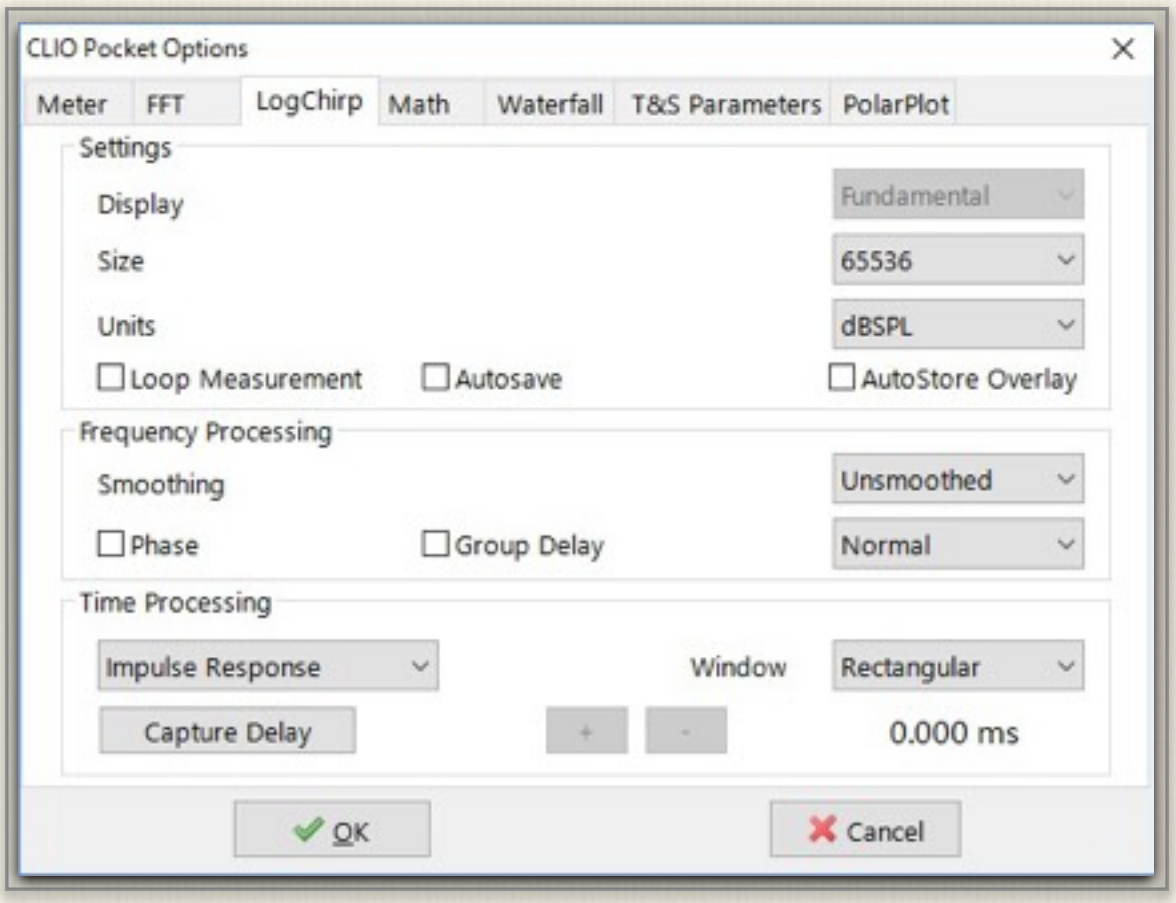


図3-21　「LogChirp」設定画面

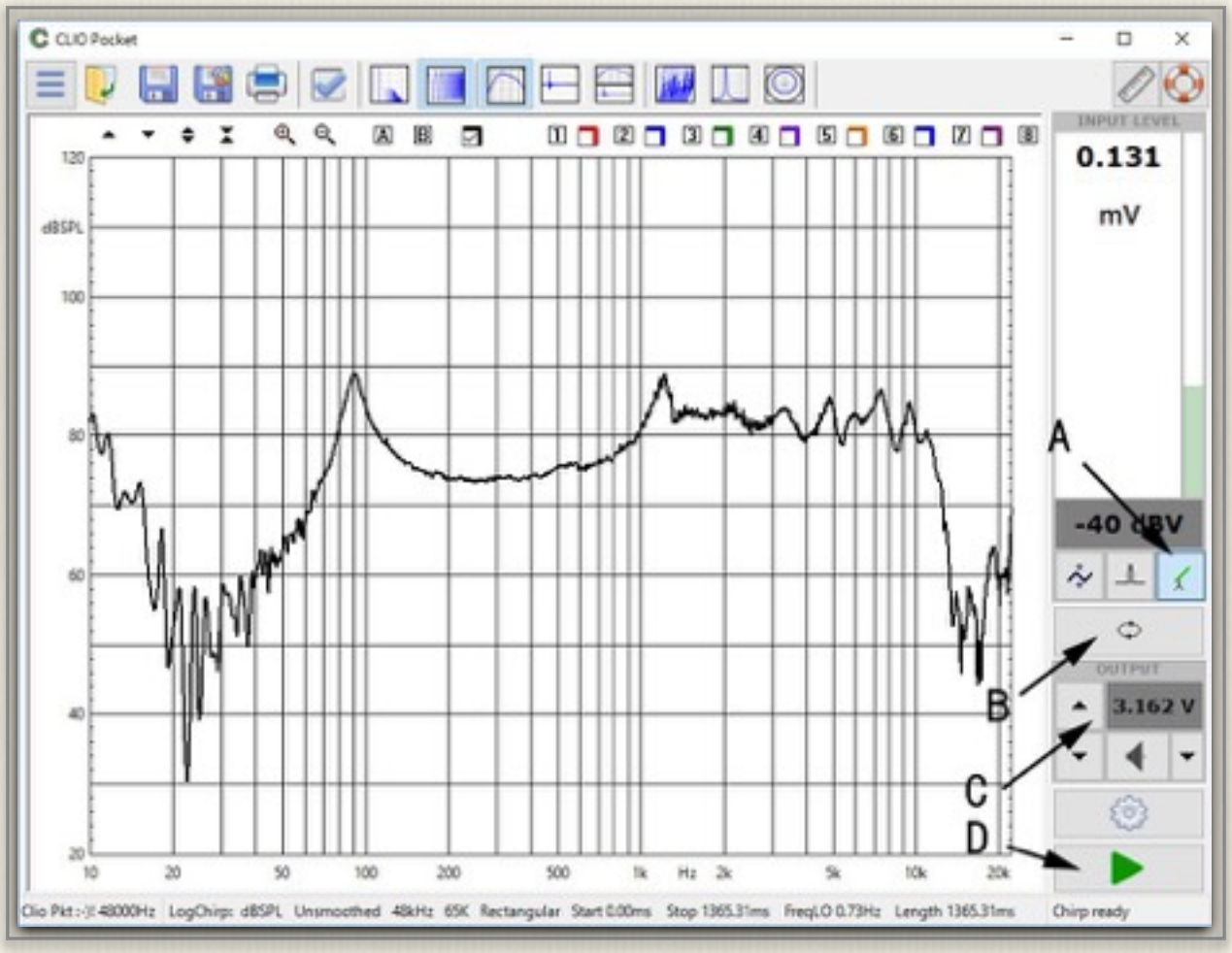


図3-22　「LogChirp」グラフ画面

グラフ画面に特性が表示されます。特性グラフが中央に来るように、グラフの上下位置および拡大・縮小を調整します。これでスピーカーのSPL特性測定が出来ます。

正しく測定するには、図3-23のように外部パワーアンプを用いて1Wの入力を与え、マイクをスピーカー前方軸上の1mで測定する必要があります。正規の測定は無響室内で行います。室内での測定の場合は、図3-24のように床や壁からの反射の影響が出てしまいます。

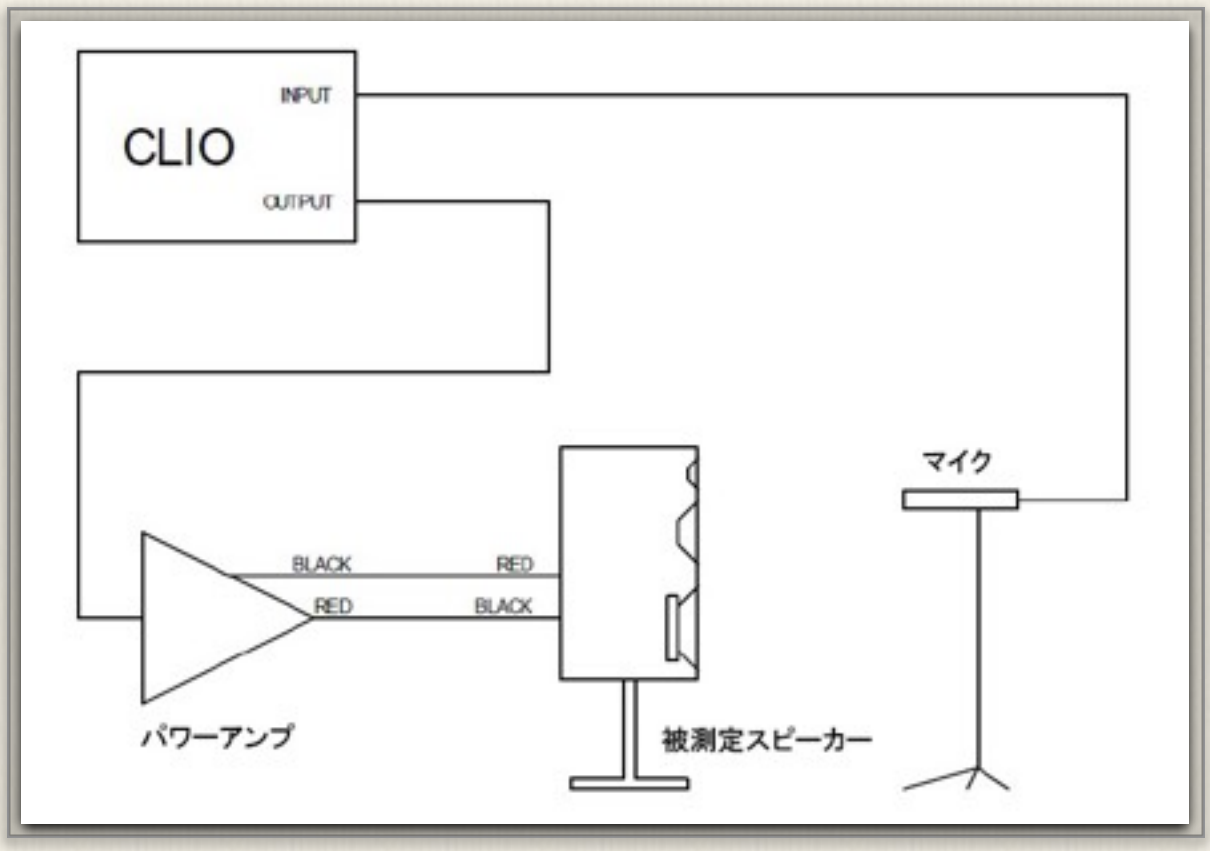


図3-23　スピーカー特性の測定法

SPL特性、位相特性とインパルスレスポンス

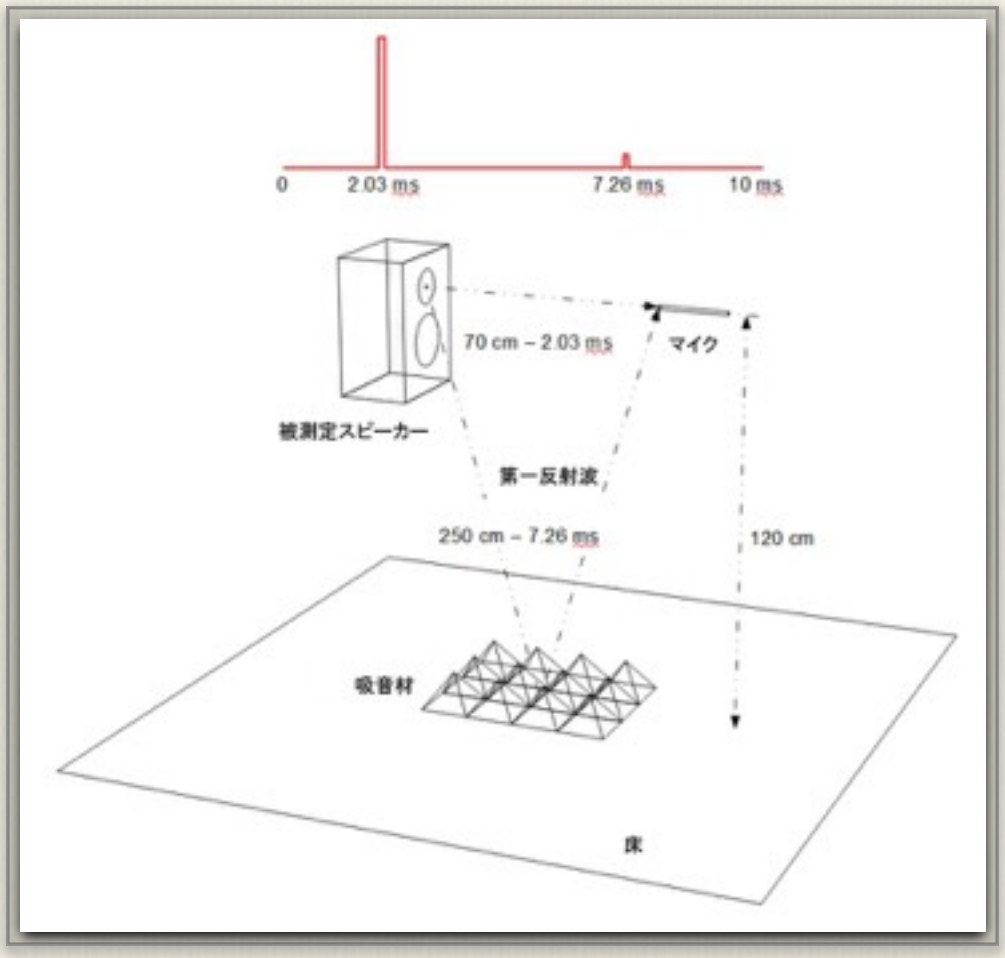


図3-24　床反射の影響と低減法

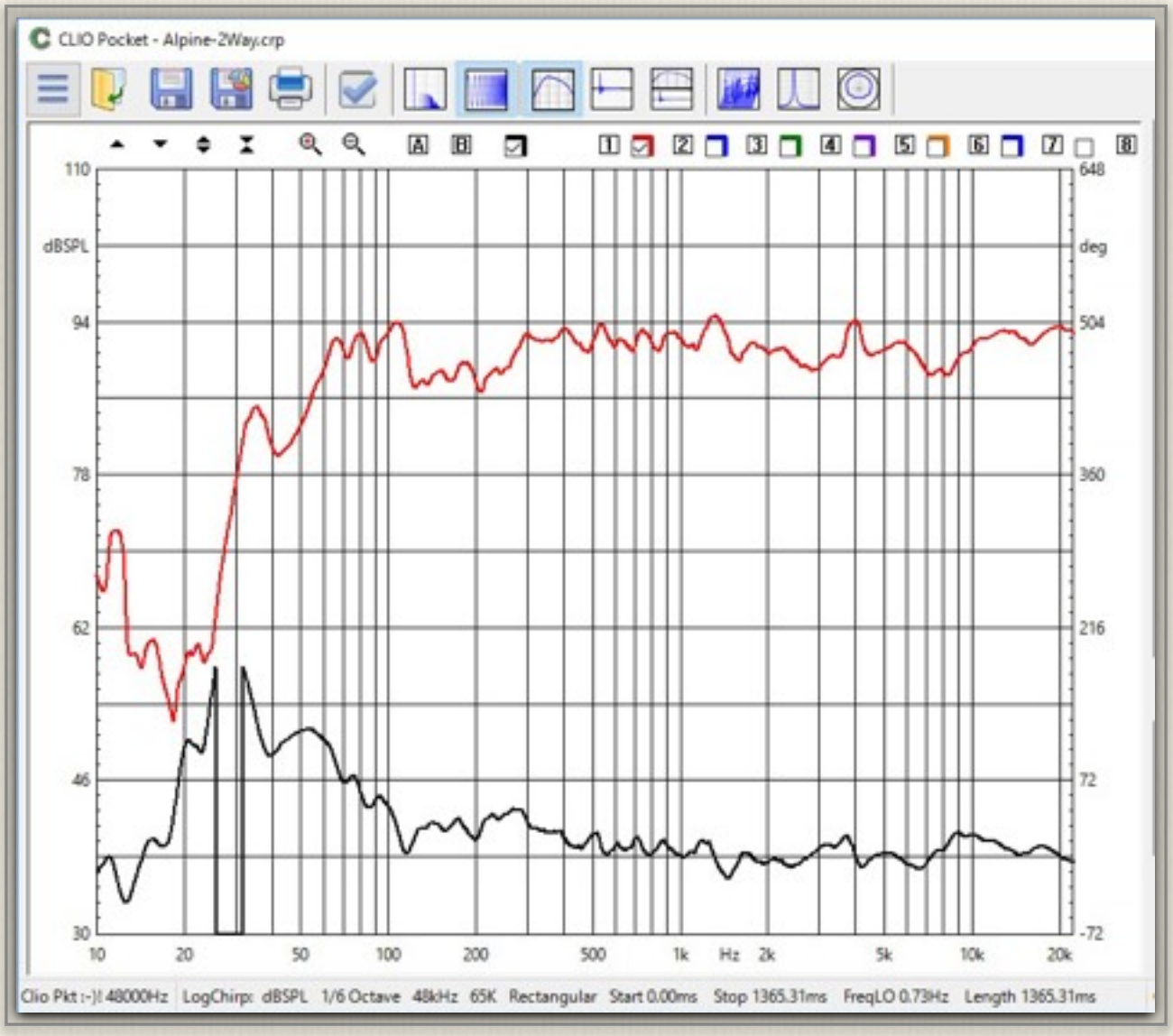


図3-25　SPLならびに位相特性

出来るだけこうした部屋の影響を避けるためには、図3-24のように第一反射を避けるように吸音材などを配置する事を推奨します。測定は図3-21の設定で行います。パワーアンプのボリュームは絞った状態から徐々にゲインを上げていきます。測定結果は図3-25となります。赤がSPL-周波数特性、黒が位相-周波数特性です。ここで位相特性を表示する時は図2-26「LogChirp設定」で、矢印の「Phase」と「Minimum」を選択します。

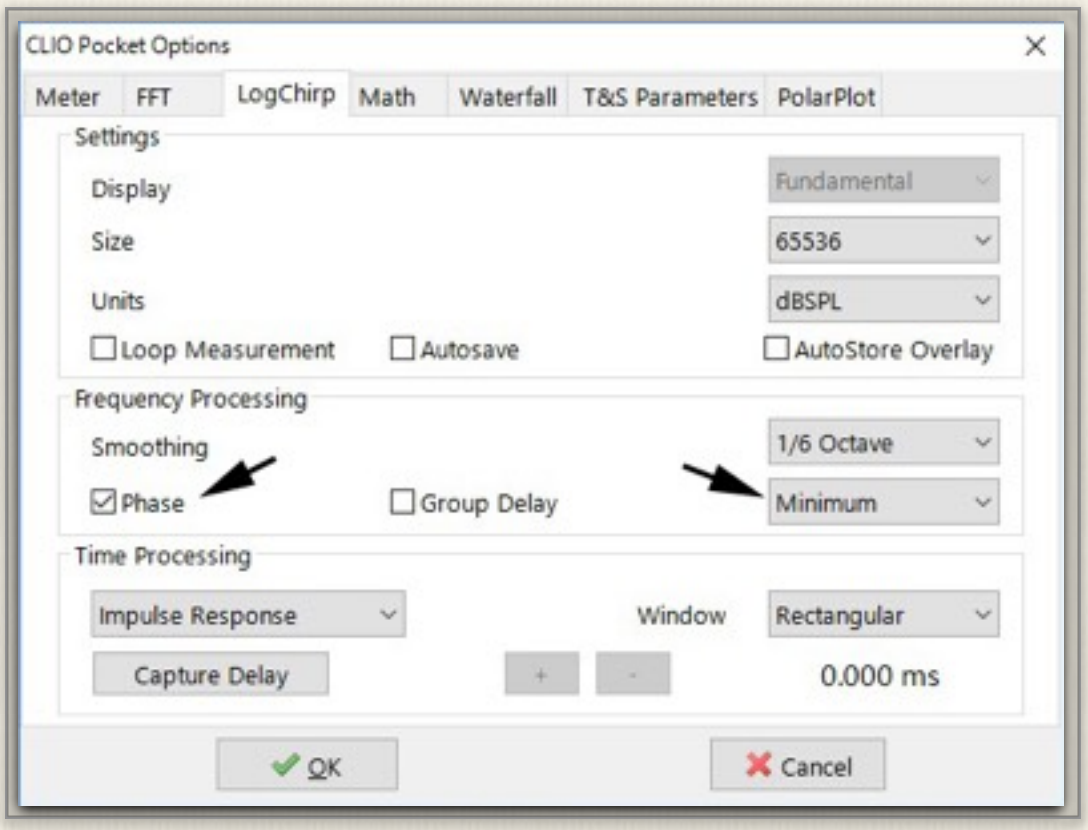


図3-26　音の位相特性設定

「Minimum」とは、音が空気中を伝搬して間に、周波数によって波長が異なるために位相がずてしまう現象を計算で戻すことです。「電気位相」表示の場合はこの必要はありません。

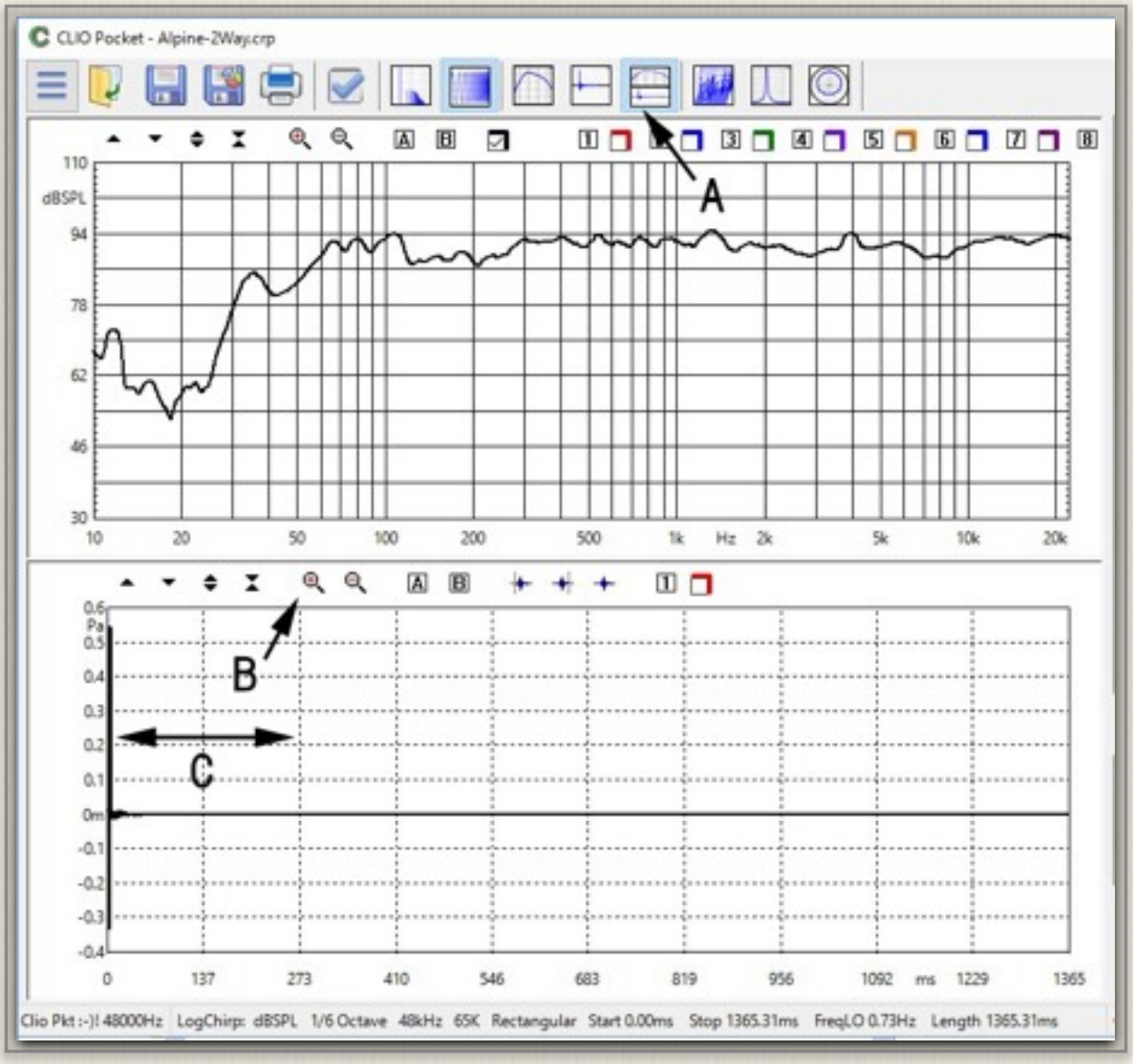


図3-27 周波数領域表示（上）と時間領域表示（下）

周波数軸と時間軸の双方を表示する画面は図3-27で、矢印Aの表示選択を選びます。ここでの時間領域の特性は「LogChirp」信号を「逆畳み込み」後の「インパルスレスポンス」です。インパルスを観察すると反射波が時間と共に到来します。従ってインパルスレスポンスの反射波部分を排除した上で周波数領域の特性を観察すれば、反射波の無い特性を得ることができます。

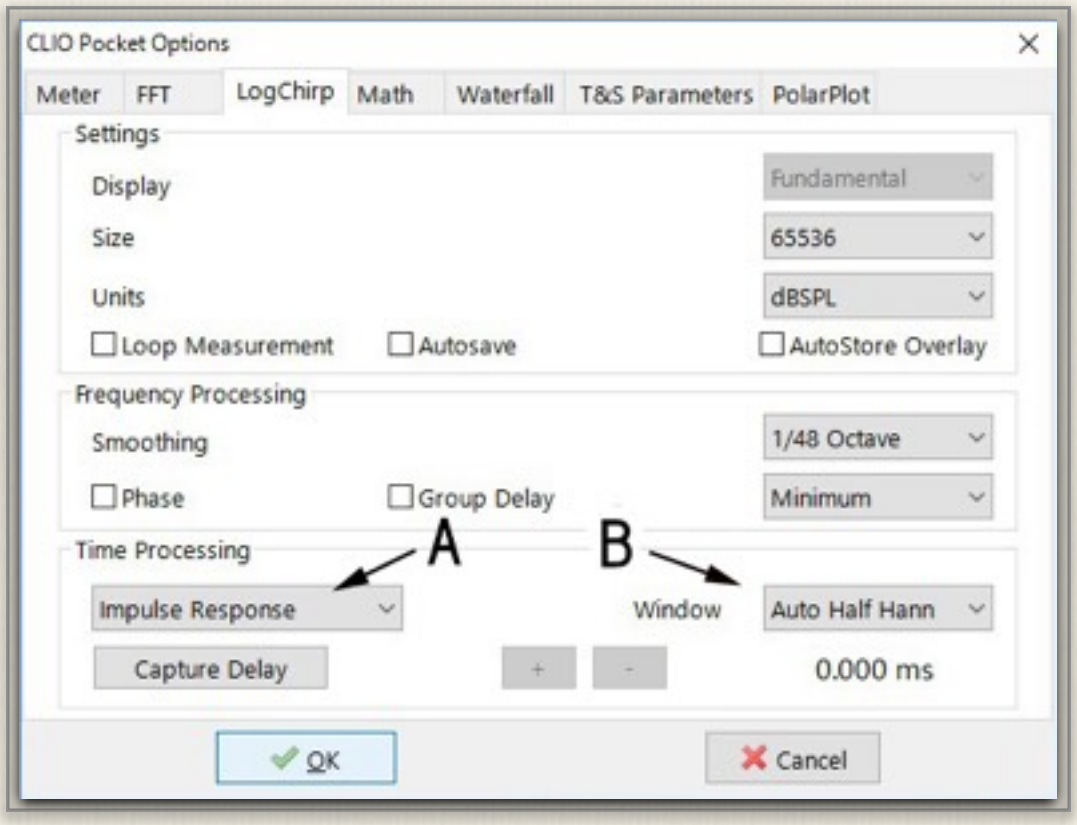


図3-28 時間領域設定

図3-27の下のグラフ部分にインパルスが表示されます。矢印Bで「拡大」をクリックCの部分をマウスでドラッグし拡大します。図3-28の設定で言えば矢印Aでインパルスレスポンス表示を選択し、BではFFTの窓関数を指定します。図3-27の下側（時間領域表示）部分にインパルスレスポンスの拡大部分が表示されます。

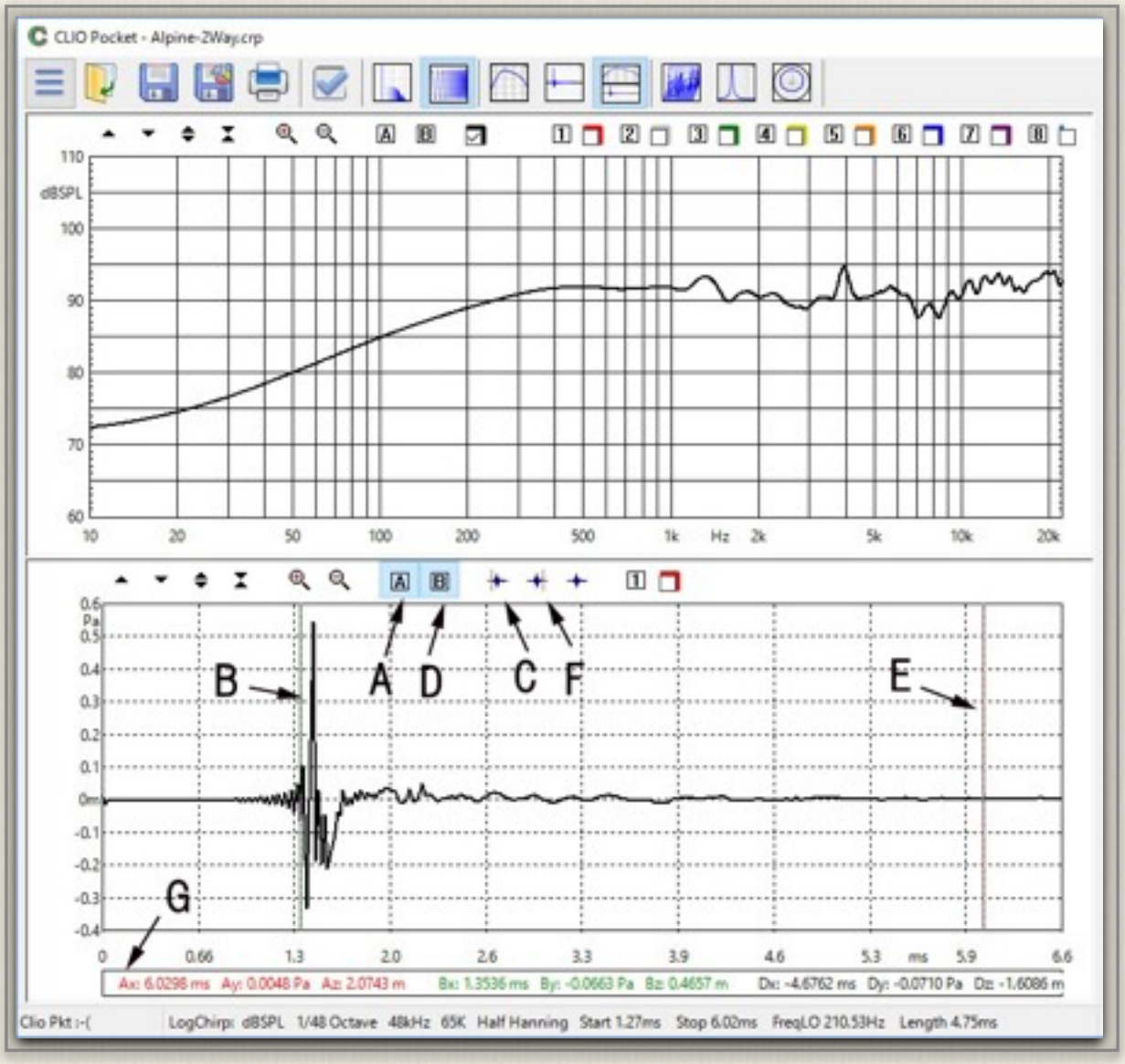


図3-30 拡大されたインパルスレスポンスと選択部分

解析対象インパルスを選択するには、図3-30において下記の操作を行います。

① 矢印Aをクリックし、マーカーAを選択する

② マーカーAを矢印Bに移動し、解析開始位を決定する

③ 矢印Cをクリックし、解析開始位置を記憶する

④ 矢印Dをクリックし、マーカーBを選択する

⑤ マーカーBを矢印Eに移動し、解析終了位置を決定する

⑥ 矢印Fをクリックし、解析終了位置を記憶する

以上の操作で、図3-30上の周波数領域グラフの特性がより滑らかな特性になりました。これは床や壁などからの反射の影響が取り除かれた結果です。一方、解析対象領域が狭まったために、FFTの解析サイズ（FFT Size）が減り、従って低域の解像度は低下しています。

（注：理想インパルス信号を畳み込み演算するとChirp信号になります。従って、マイクで拾ったChirp信号の時間軸波形がインパルス波形になるのは、畳み込み演算をしてインパルスに戻したためです）

3.5) Waterfall特性

この表示法は「累積スペクトラム」と呼ばれますが、表示が滝のように見えるため通称「Waterfall」とも言われます。LogChirpで測定した図3-31のSPL-周波数特性をベースに、時間経過を表示するものです。「CLIO Pocket Options」設定で図3-32「Waterfall」タブを開きます。

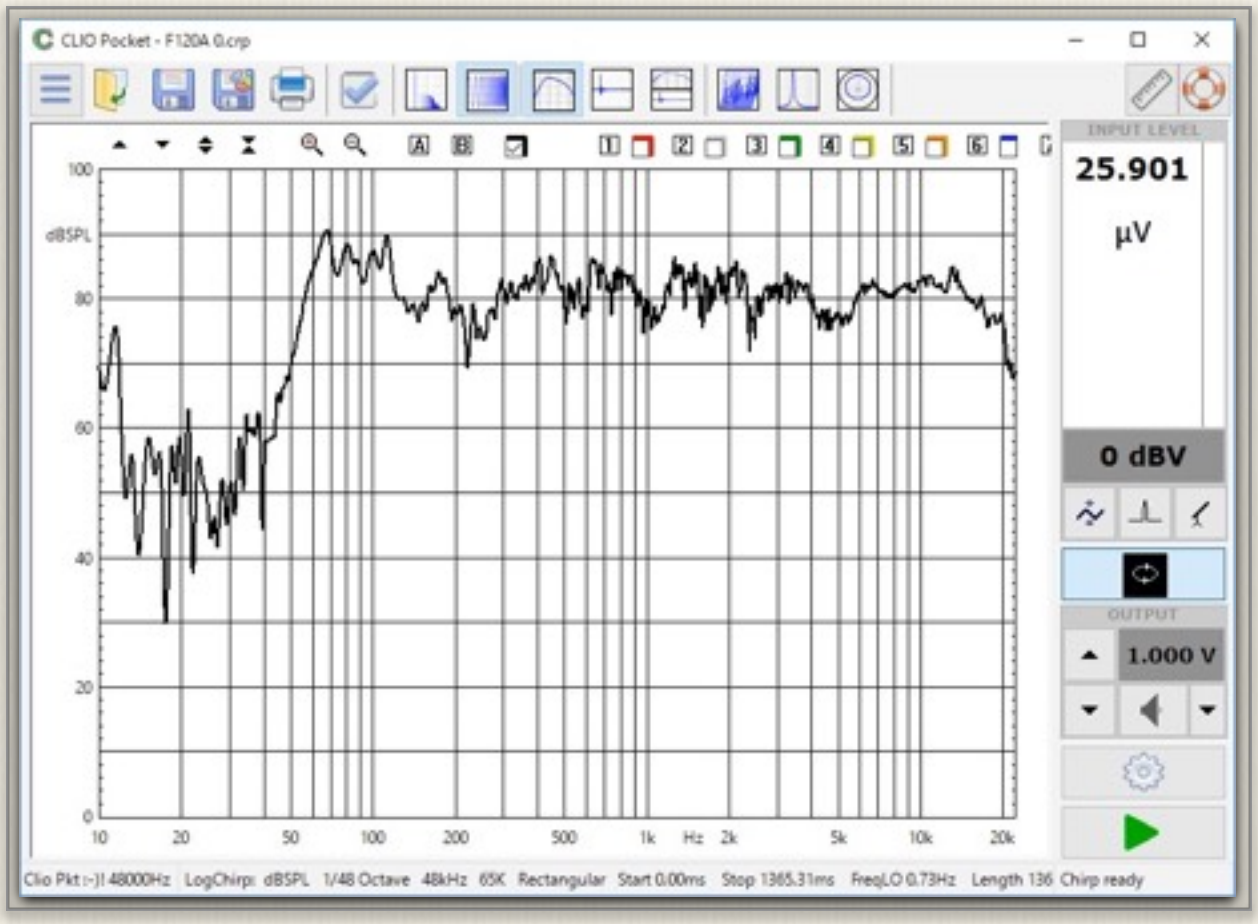


図3-31 スクトラム表示対象のLogChirp特性

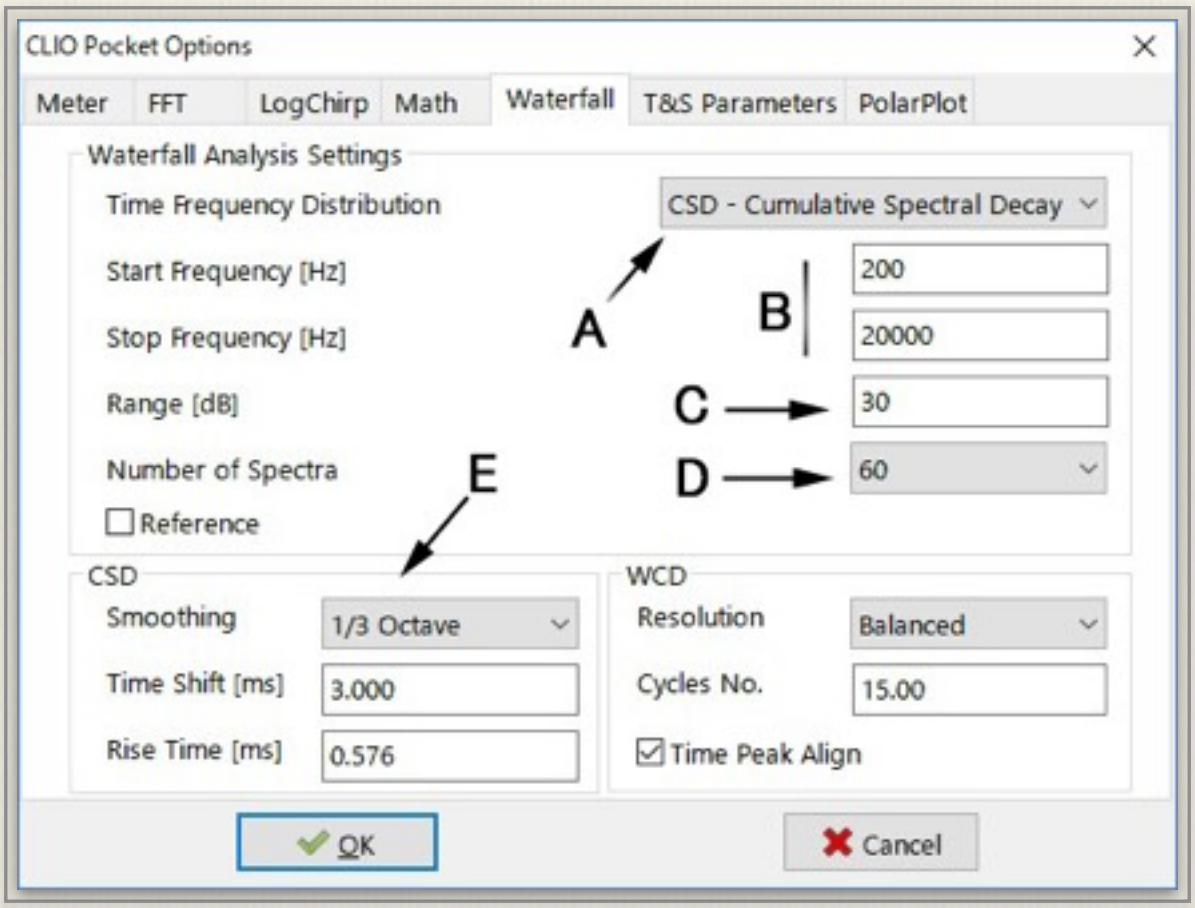


図3-32 Waterfall設定タブ

CSDによる解析

矢印Aで古典的な「Cumulative Spectral Decay」（累積スペクトラム）解析と、近年使われる「Wavelet Cycle Decay」表示から、プルダウンメニューで前者を選択します。

解析対象周波数をBで決定、Cで音圧dBレンジを決め、Dで時間スライスする線の数、Eでスムージング、時間シフトと、立ち上がり時間をミリ秒単位で入力します。「OK」で図3-33のように、初めの特性が時間とともにどのように変化し減衰してくるかを、3Dで観測することができます。これによって、不要な音の共振や室内の定在波などの影響を観察することができます。ここでグラフエリアをマウス

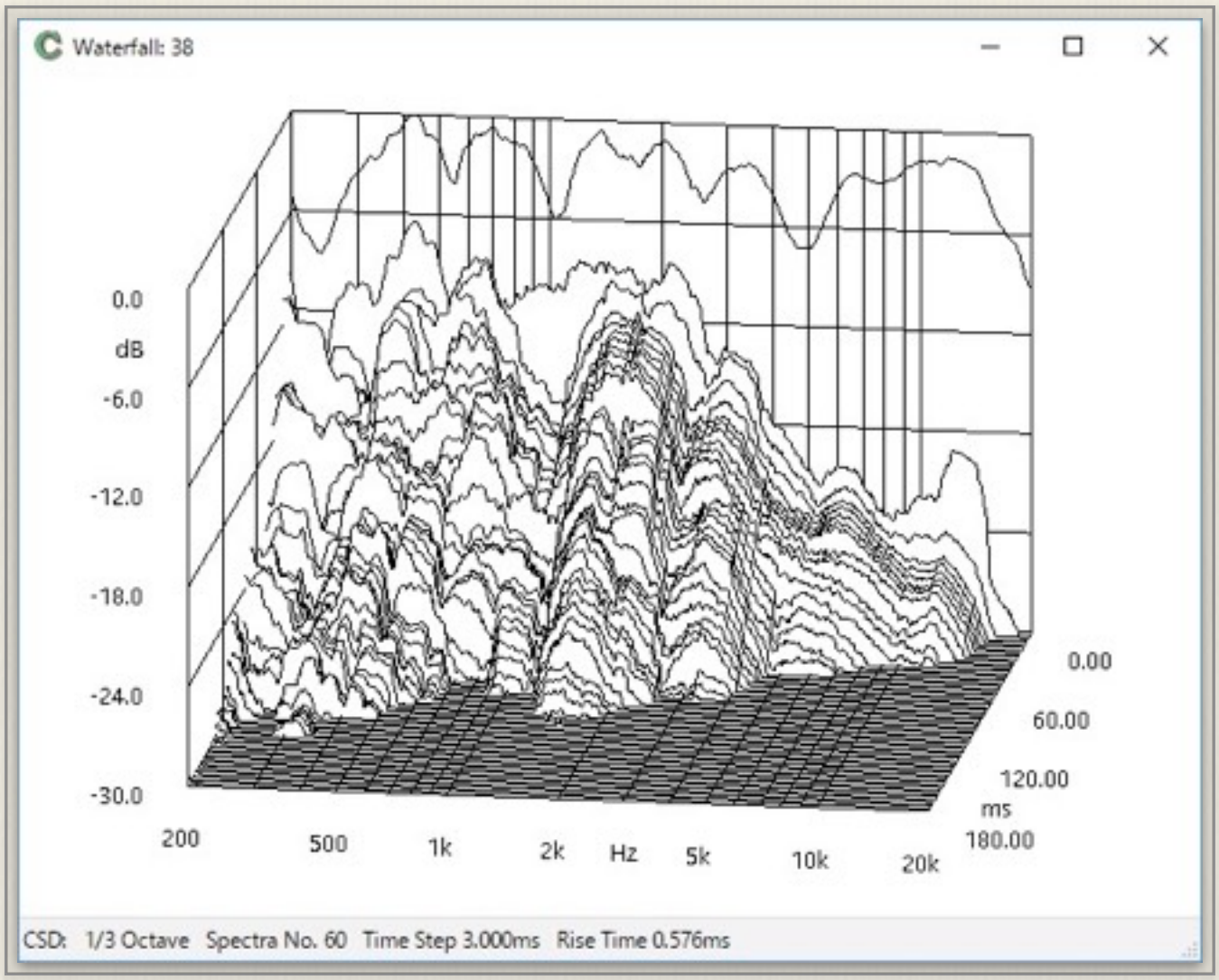


図3-33 200HzからO20KHzのWaterfall表示（横軸：周波数、前後：時間経過）

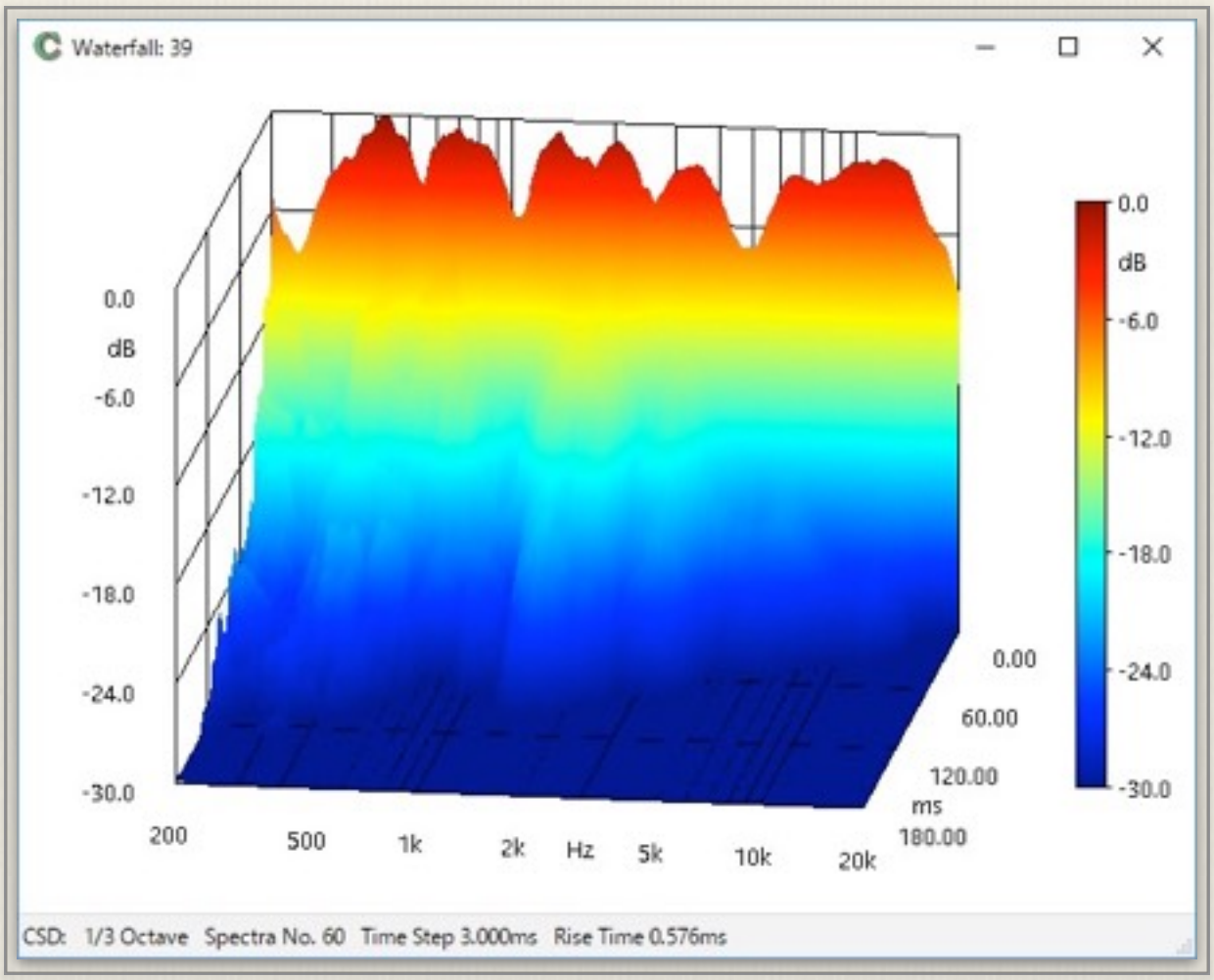


図3-34 3Dカラー表示したDecay特性

でダブルクリックすると、線で表示されていたグラフが色表示に変わります。音圧の変化を直感的に知ることができます。

ここでは右のスケールにあるように、音圧の高いところは赤で、低くなるに従い青くなって行きます。スケールそのもは同じですが、この3D表示では、より視覚的に音の特性を表示することができます。

グラフエリアにマウスを置いたまま、位置を円形に回すとグラフ全体が回転します。こうしてグラフを回転させて周波数軸が縦に来るように持ってきたものが、図3-35の2D表示です。この場合は左側が周波数軸となり、下から上に周波数が上がって行きます。時間軸は左から右に進んでいます。従って、各周波数の音圧が時間とともにどのように減衰しているかが2D表示で眺めることができます。室内の音の振る舞いなどの解析に役立ちます。

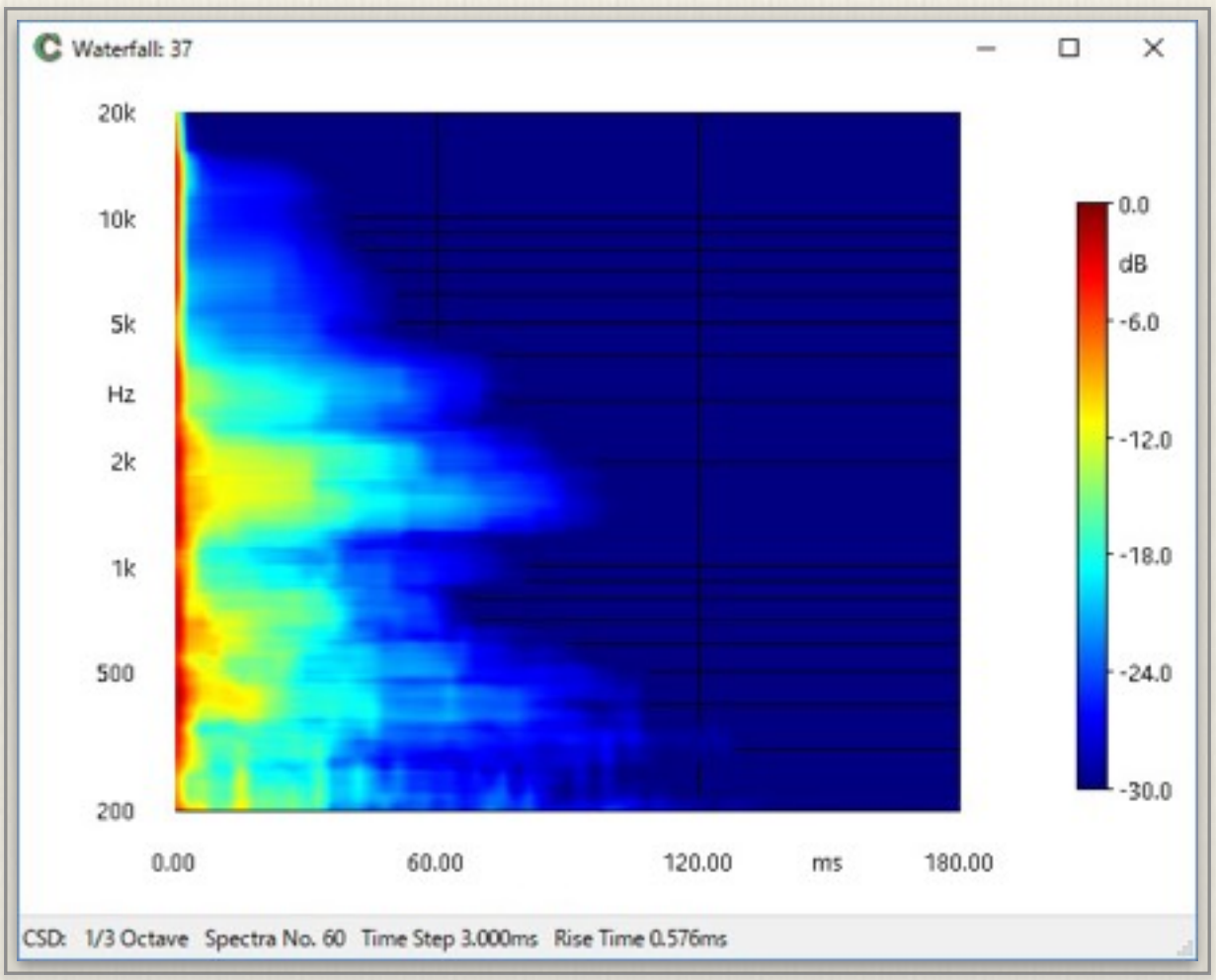


図3-35 2Dから表示したDecay特性

また3Dグラフ上の特定の位置に置ける値を観察する場合は、次のようにします。図3-36 のグラフに於いて、「M」キー、

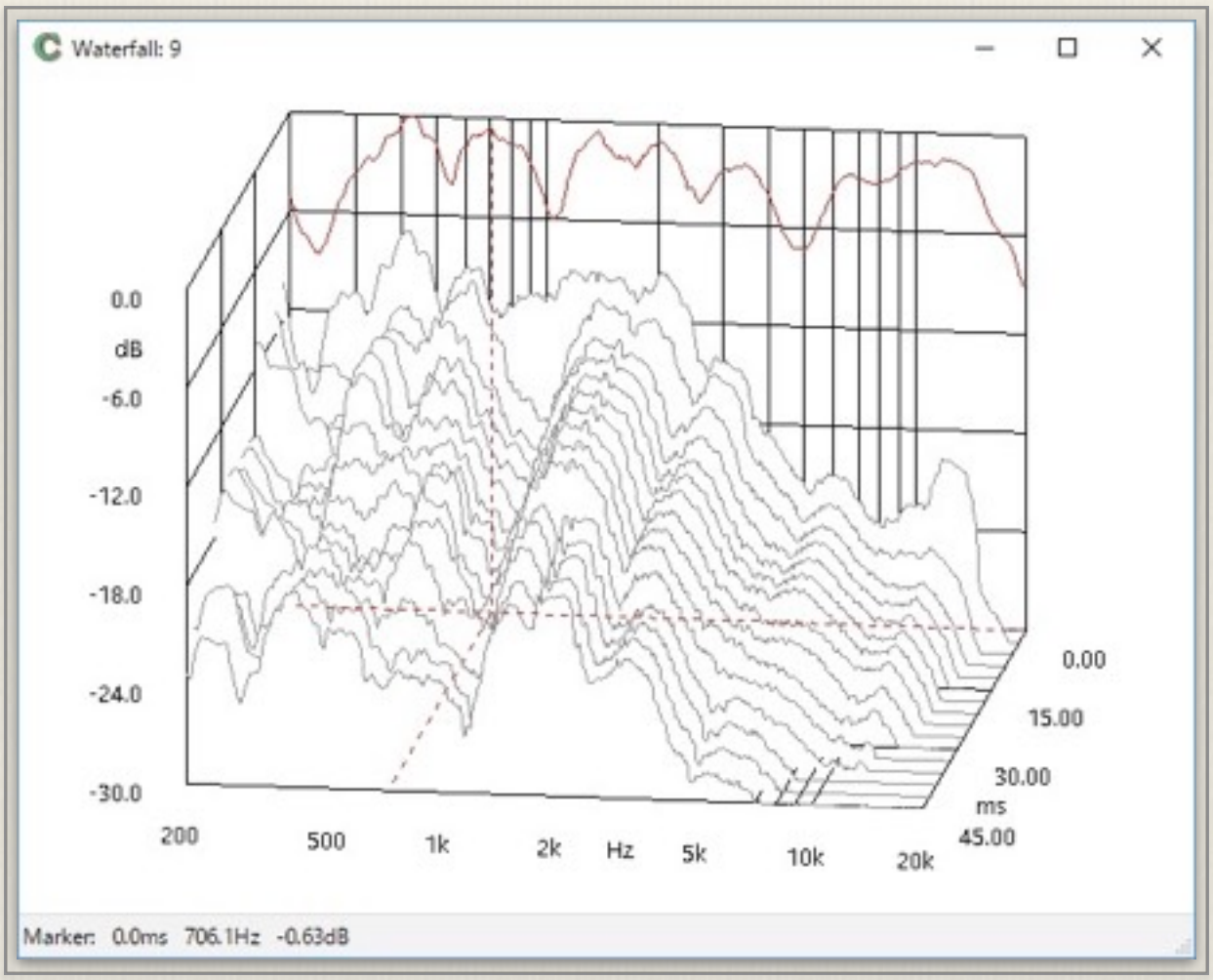


図3-36 2Dから表示したDecay特性

または「A」、「S」キーを押してから、赤点線をマウスで移動して目的の場所を指定することができます。赤い点線がX軸、Y軸及びZ軸の位置を示します。

この場所の位置と音圧値は画面下に示されます。なお、この画面のグラフは図3-33のパラメーターを変更して表示したものです。

WCD（Wavelet Cycle Decay）による解析

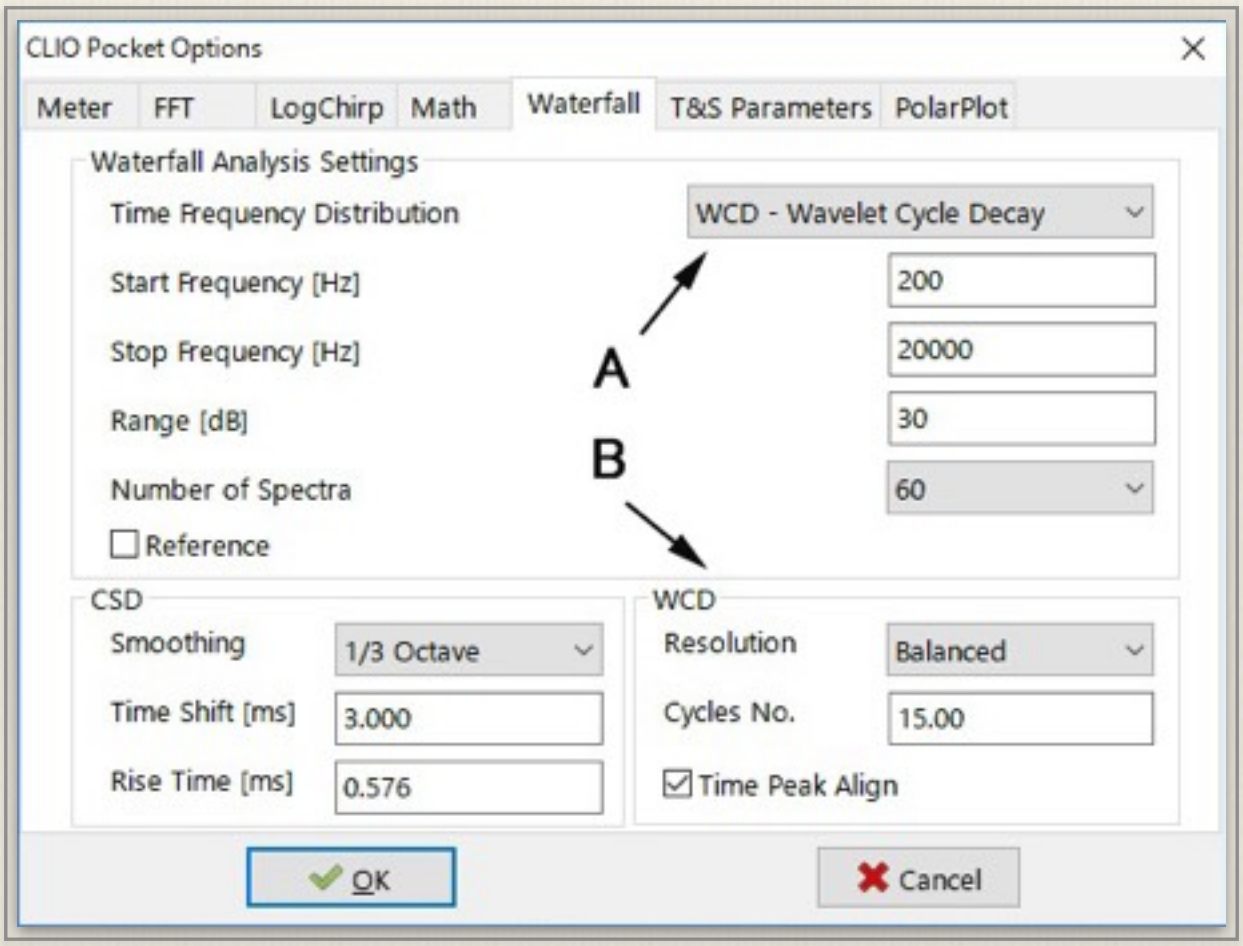


図3-37 2Dから表示したDecay特性

Wavelet Cycle Decayによる解析法は高域における、共振現象などの解析にはより解像度の良いデータを提供します。図3-37で矢印Aの「WCD」を選択します。その下の設定を行い「WCD」用の設定はBにて行います。図3-38が表示されるので、必要な観察を行います。

CSD同様にグラフエリアをダブルクリックするとこの表示が3Dのカ

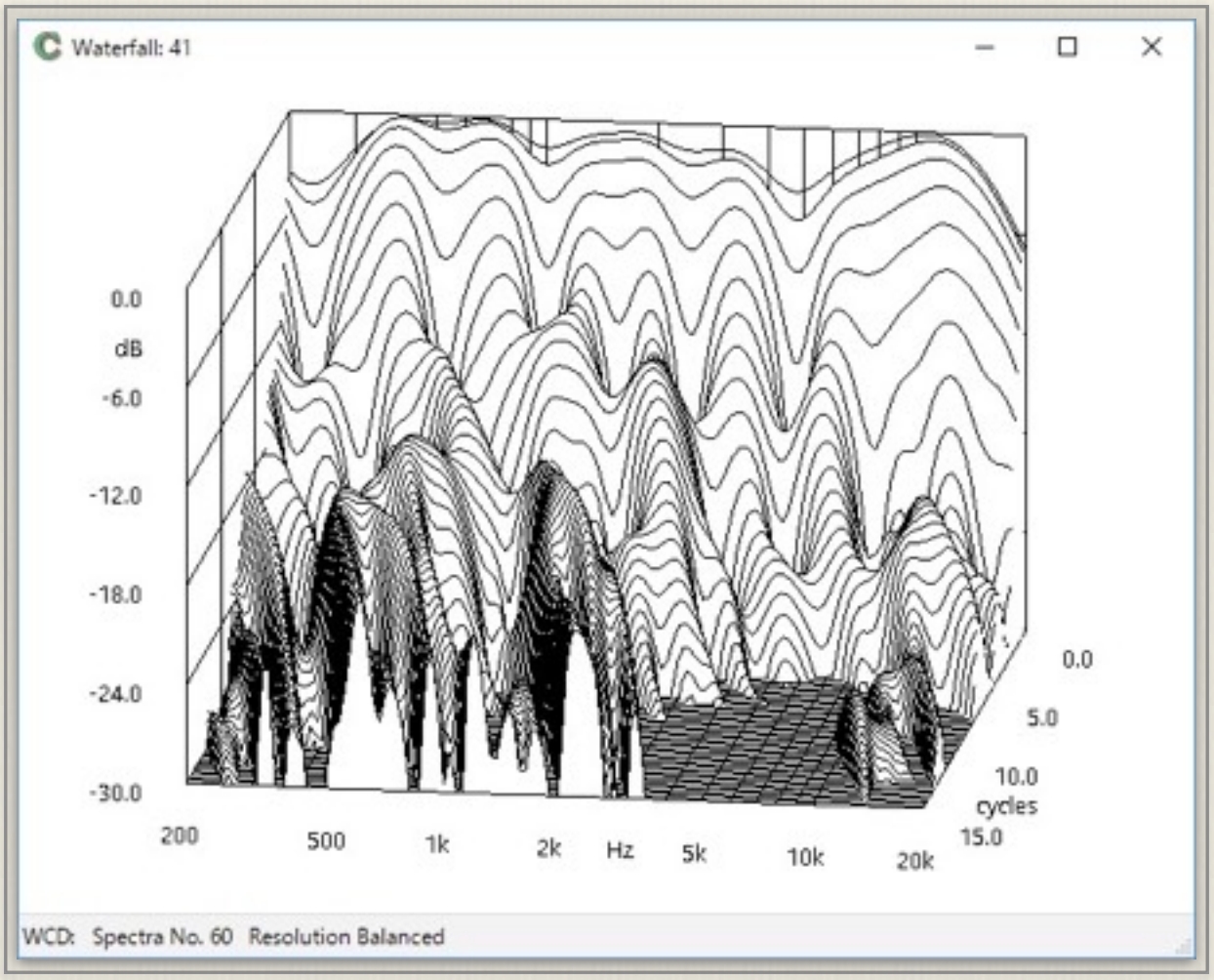


図3-38 2Dから表示したDecay特性 3-37 2Dから表示したDecay特性

ラーとなります。ここで画面をマウスで掴んで回転し、周波数軸が垂直になるようにすると、図3-39が表示されます。

この図は図3-35のCSDのものより解像度が高くなっています。

CSDとWCDの表示の違いは横軸が「時間」か、「サイクル」かの違いです。

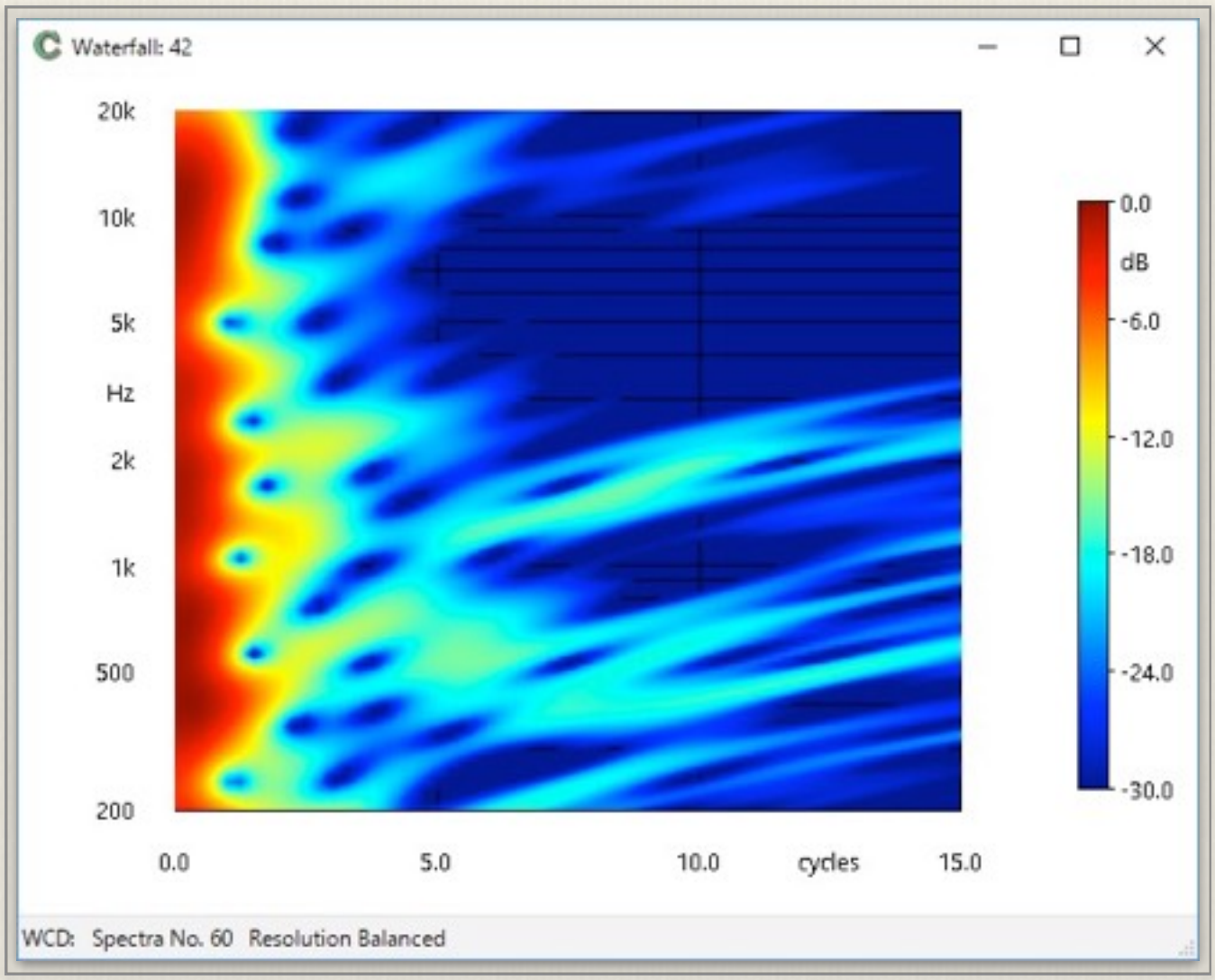


図3-39 2Dから表示したDecay特性

3-6）指向特性

SPL-周波数特性の取得

スピーカーの指向特性測定は、プリプロセスとして前項の「LogChirp」信号によるSPL特性をスピーカーとマイクの角度を変えて取得しPC内に保存します。次にポストプロセスとして、蓄えた角度ごとのSPL特性から、指定された周波数のdBSPL値を集めて、極座標グラフに表示するものです。このため、写真3-6のような簡単なターンテーブルを作るか、マイクをスピーカーの周りを回して測定するかします。

写真3-6　ターンテーブル

写真のスピーカーの例では、マイクをスーカー軸上にセットした時、SPL-周波数特性は図3-40のようなグラフです。指向特性の角度解像度は最大5°なので、できれば5°づつ角度を変えて測定します。しかしスピーカーの左右は同じ特性であると決めれば、片側180°を測定して反対側は反転して表示することもできます。PC内にフォルダを作り、「LogChirp」測定したデータの(.crp)ファイルを、次のファイリ名ルールに乗っ取り保存します。

<名前>スペース＜角度x100>.crp

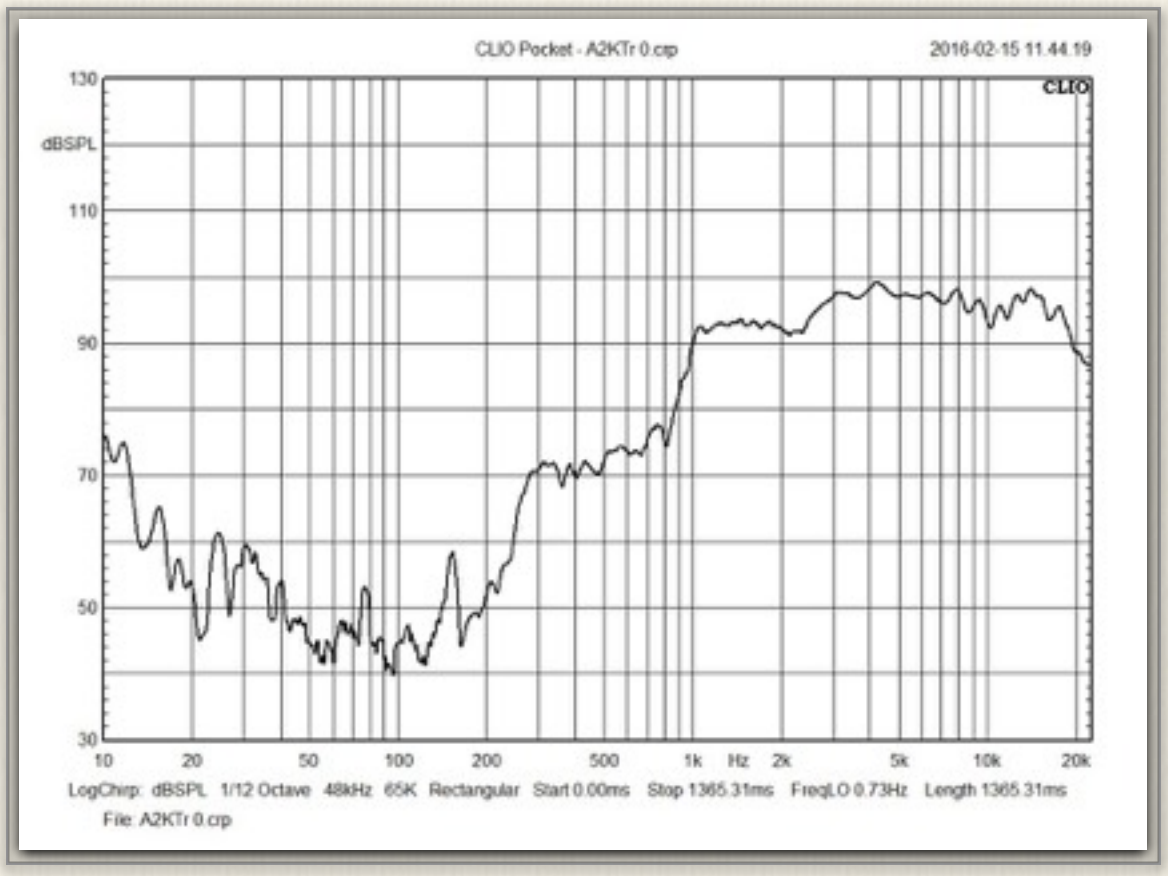


図3-40 2軸上特性例

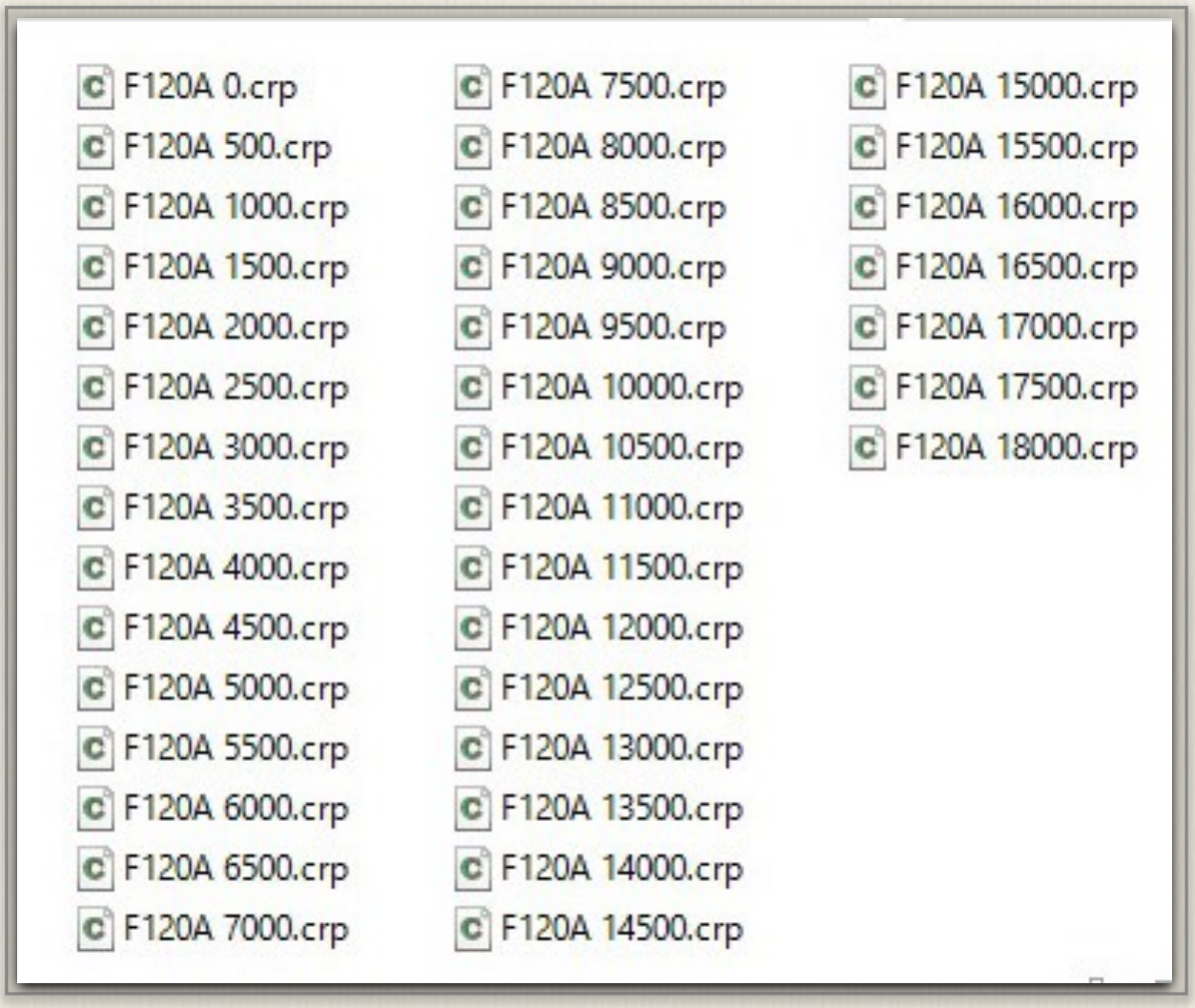


図3-41 測定された角度毎のファイル一覧（例）

回転角が5°であれば全部で72個、半分であれば36個測定してファイルを作ります。図3-41は測定した（.crp)ファイルの一覧です。測定が終わったらこれらのファイルが間違いなく存在することを確認しておきます。

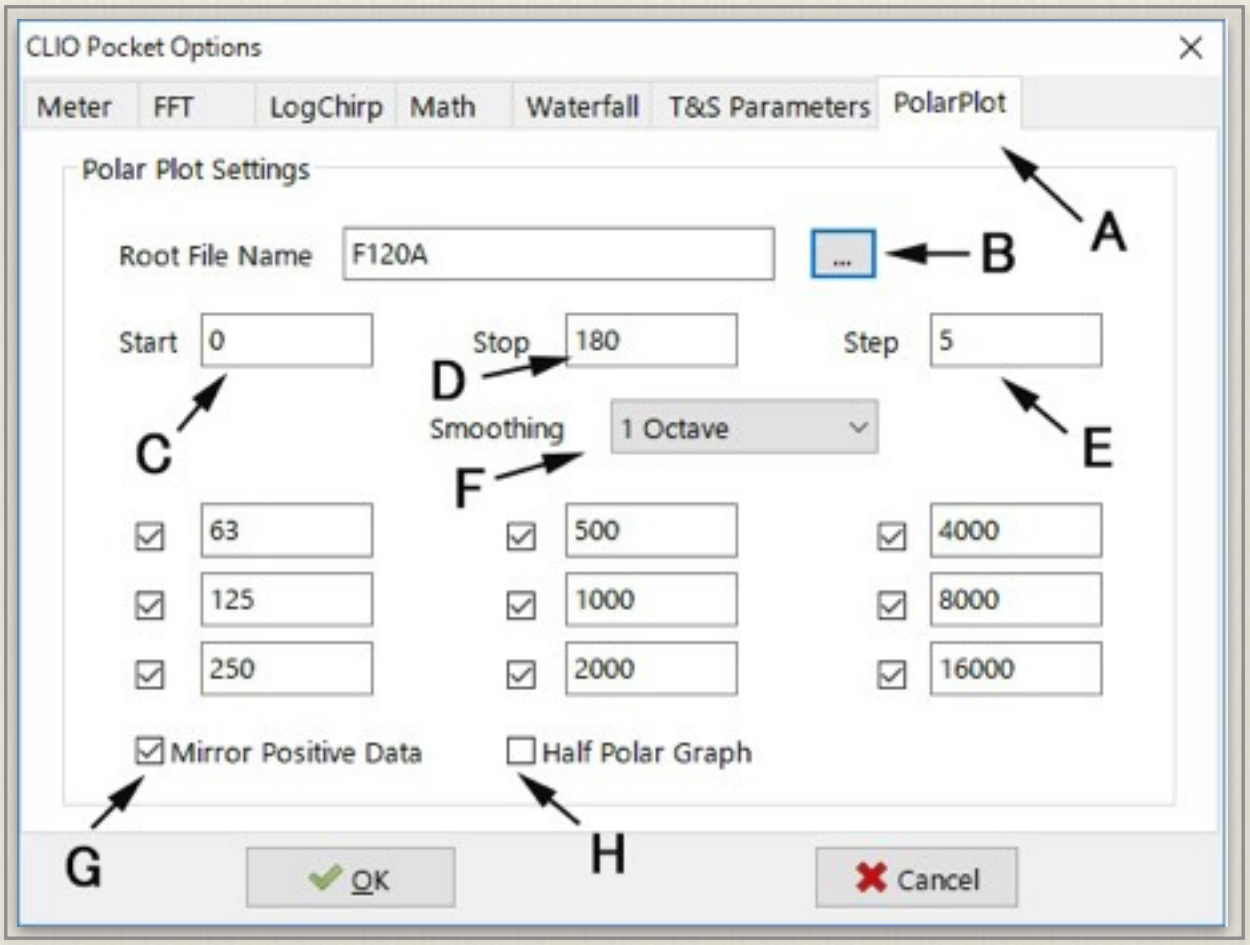


図3-42指向性表示設定画面

指向特性の表示

表示設定は次の手順で行います。

①「CLIO Pocket Options」矢印Aで極座標プロット「PolarPlot」タブを開く

② Bをクリックし該当ファイルの<名前>部分を読み込む

③ 角度の始めと終わりをCとDで指定（この場合は0から180）

④ 角度ステップは矢印Eで指定

⑤ スムージングを設定

⑥ 180°測定でミラーイメージで表示する場合はGを設定

⑦ 図3-30右上の極座標表示を指定して指向特性を表示する

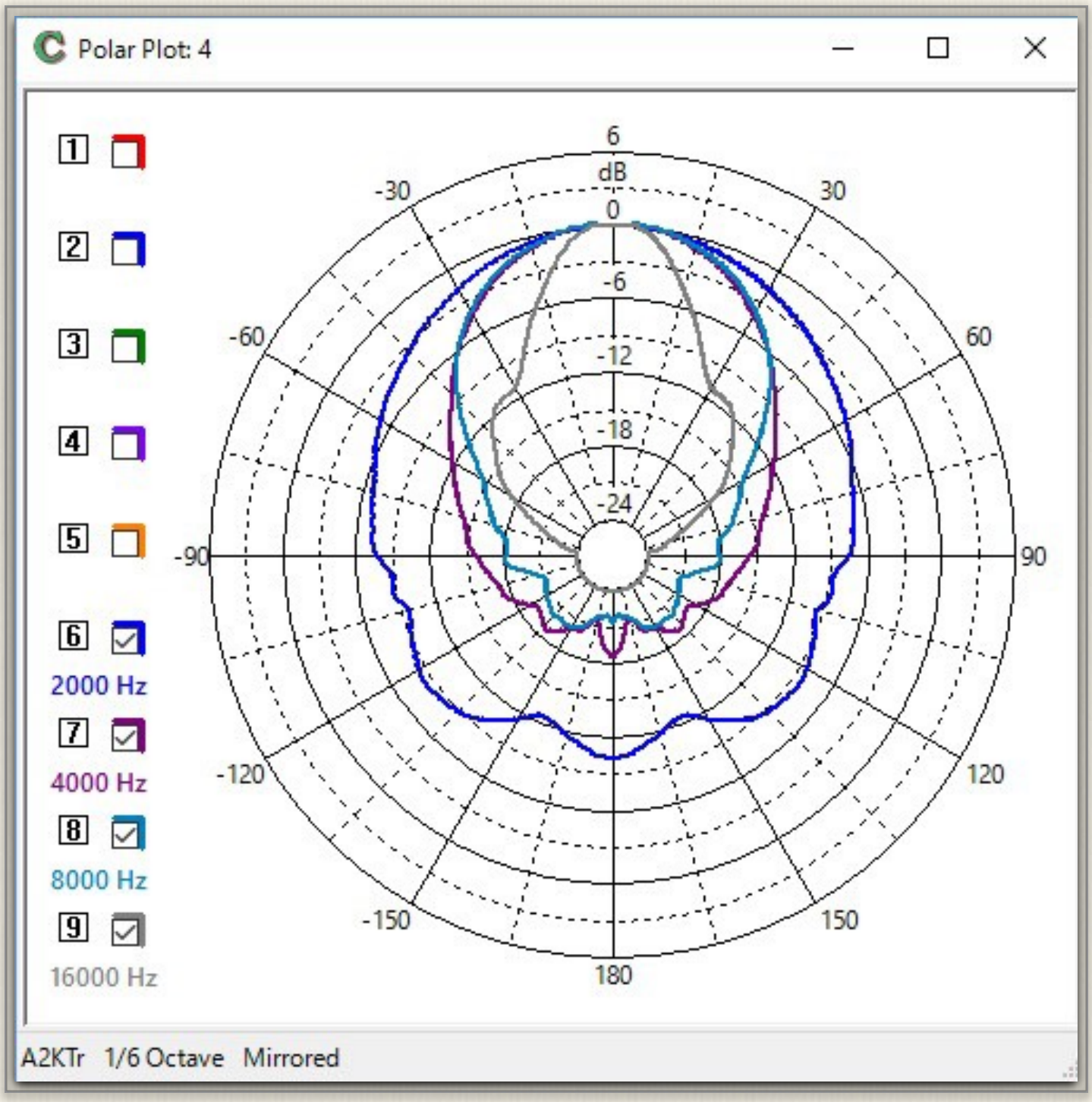


図3-43 スピーカーの指向性表示

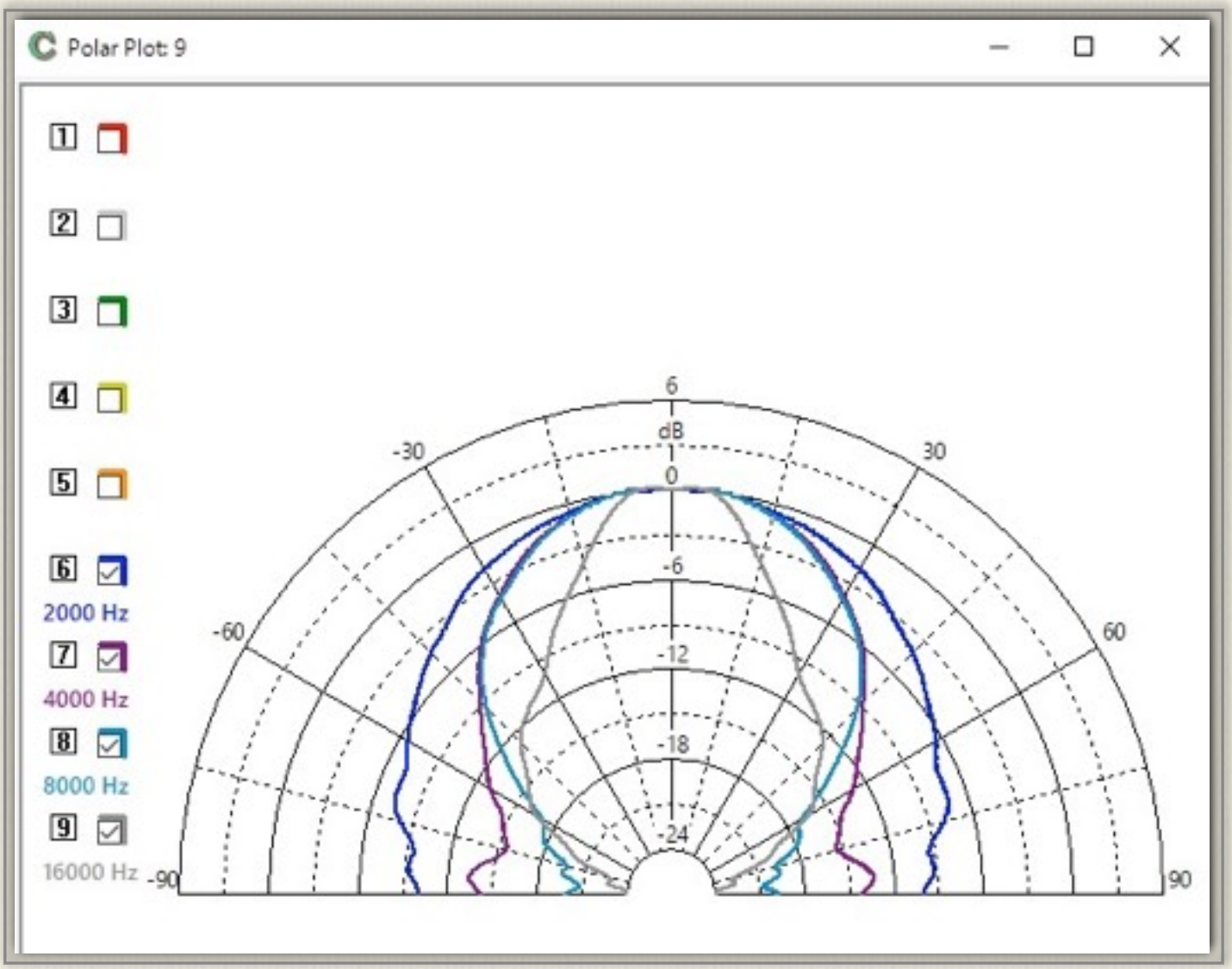


図3-44 スピーカーの指向性表示

前方指向性のみを表示する場合は、図3-42の設定画面で矢印H「Half Polar Graph」にチェックします。すると図3-44のように前方指向性を示します。このような表示の場合、実際の測定は前方の90°だけでよいので、測定回数が少なく実用的です。

4：FFT/RTA測定と室内音響

4-1）音響測定

写真4-1 測定

室内における音響測定を行います。始めに「FFT」及び「RTA」の測定法、続いてこれらを組み合わせた室内の音響特性測定に進みます。

FFTによる測定

機器間接続は前項の「LogChirp」測定同様CP-1の出力にパワーアンプを接続、CP-1の入力にマイクを繋ぎます。ここでは「FFT」を使って測定します。パワーアンプのボリュームは絞った状態から測定作業を始めます。「FFT」で観察する時は、使用する信号はどの周波数も同じ大きさの信号が入っているホワイトノイズ「White　Noise」を使います。こうすると理想SPL-周波数特性はフラットになります。測定手順は下記の通りです。

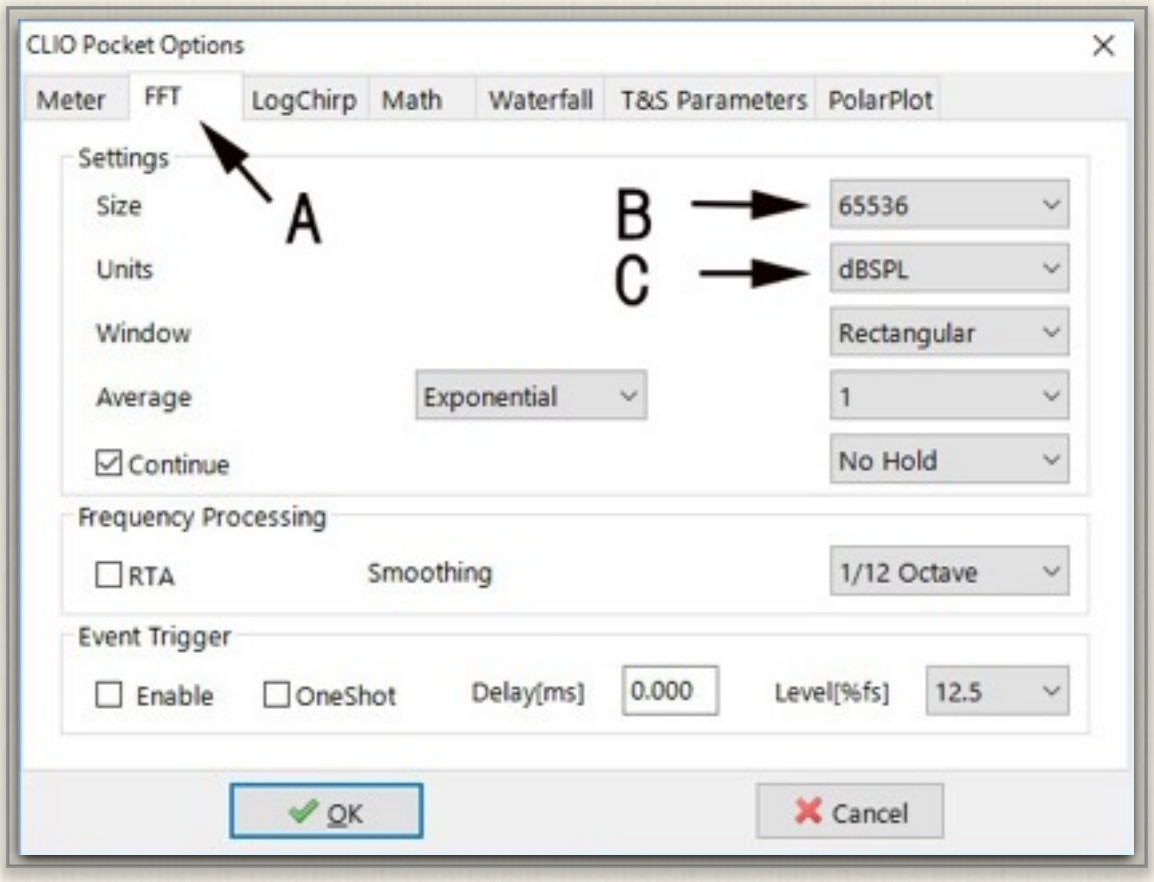


図4-1 FFT設定

① 図4-3矢印Aで図4-1「CLIO Pocket Options」画面を開き、矢印Aで「FFT」タブを開く

② FFT測定のポイント数は矢印B「65536」、またCは「dBSPL」とする

③ 図4-3矢印B信号発生器設定ボタンをクリックし、図4-2を開く

④ 矢印A「White Noise」を選択

⑤ 図4-3矢印Dで「FFT」を確認、Cで測定をスタートし、図4-3の特性グラフを得る

図4-1「FFT設定」にあるグラフのスムージング「Smoothing」は、この場合1/12cotとしてあります。グラフが見やすいようにプルダウンメニューから適宜選択して使います。

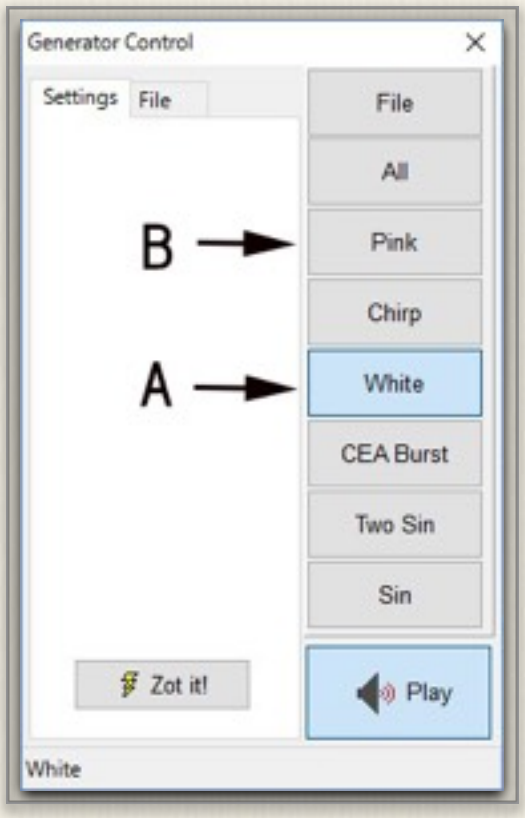


図4-2信号発生器の設定

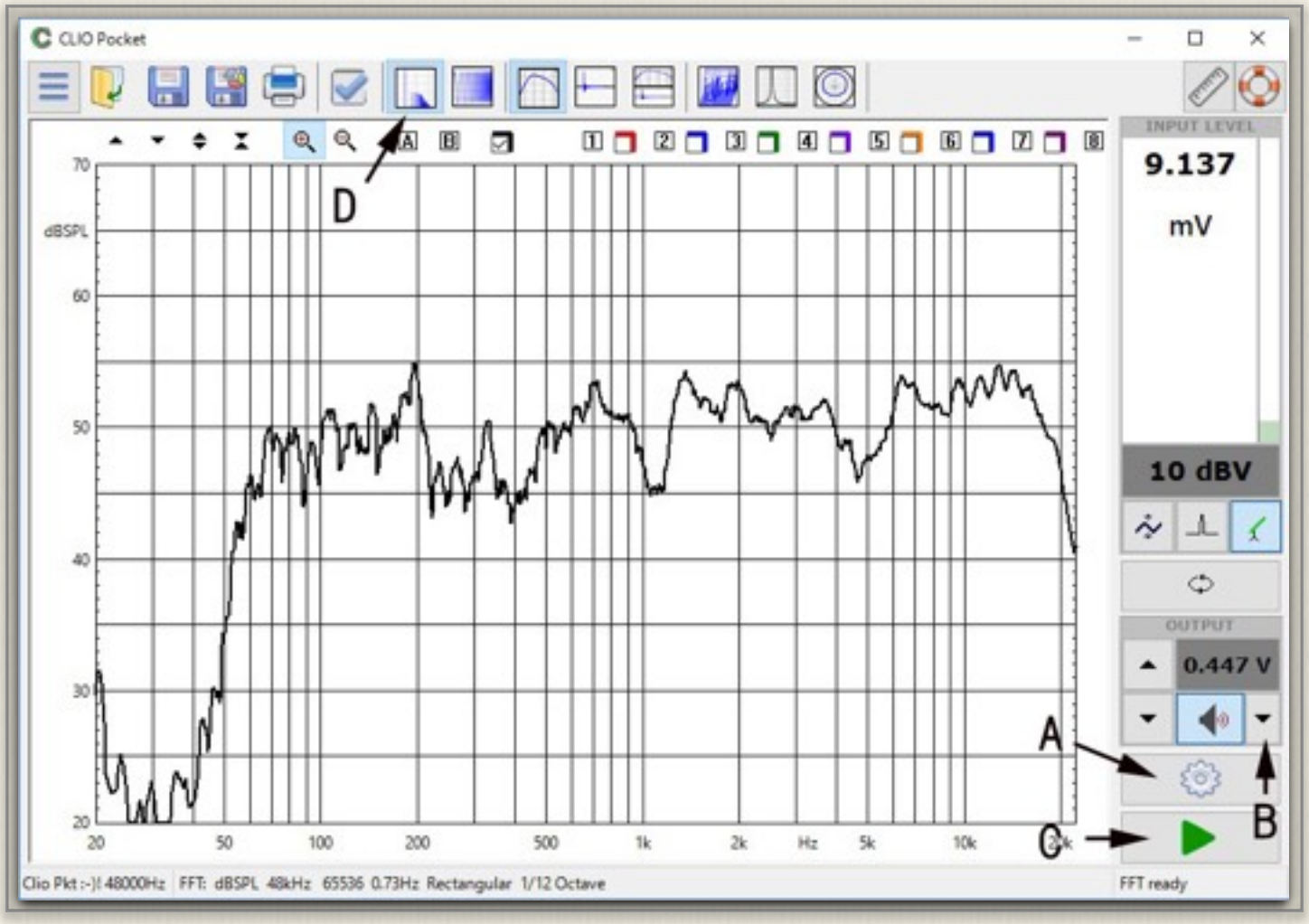


図 4-3 FFT画面と特性表示

RTAによる測定

RTA（リアルタイムアナライザー）では周波数帯域全体のバランスを観察します。又多くの音響関連の標準類は、周波数帯域を1オクターブまたは1/3オクターブで規定されているものが多くあります。このため、RTAは汎用性の高い表示法です。

基本的な測定方法はFFTと変わりませんが、RTA表示をする時の信号は、ピンクノイズ「Pink Noise」を使います。周波数が高くなるに従い、オクターブあたりに含まれる音響エネルギーが多くなるために、これを補正しています。信号は図4-2矢印Bに切り替えます。測定法は変わらず、表示には1又は1/3オクターブを、図4-4で選択します。画面上のグラフを1/3オクターブで表示すると、図3-41の様なグラフになります。

図4-4　RTA測定設定（図4-1のRTA部分抜粋）

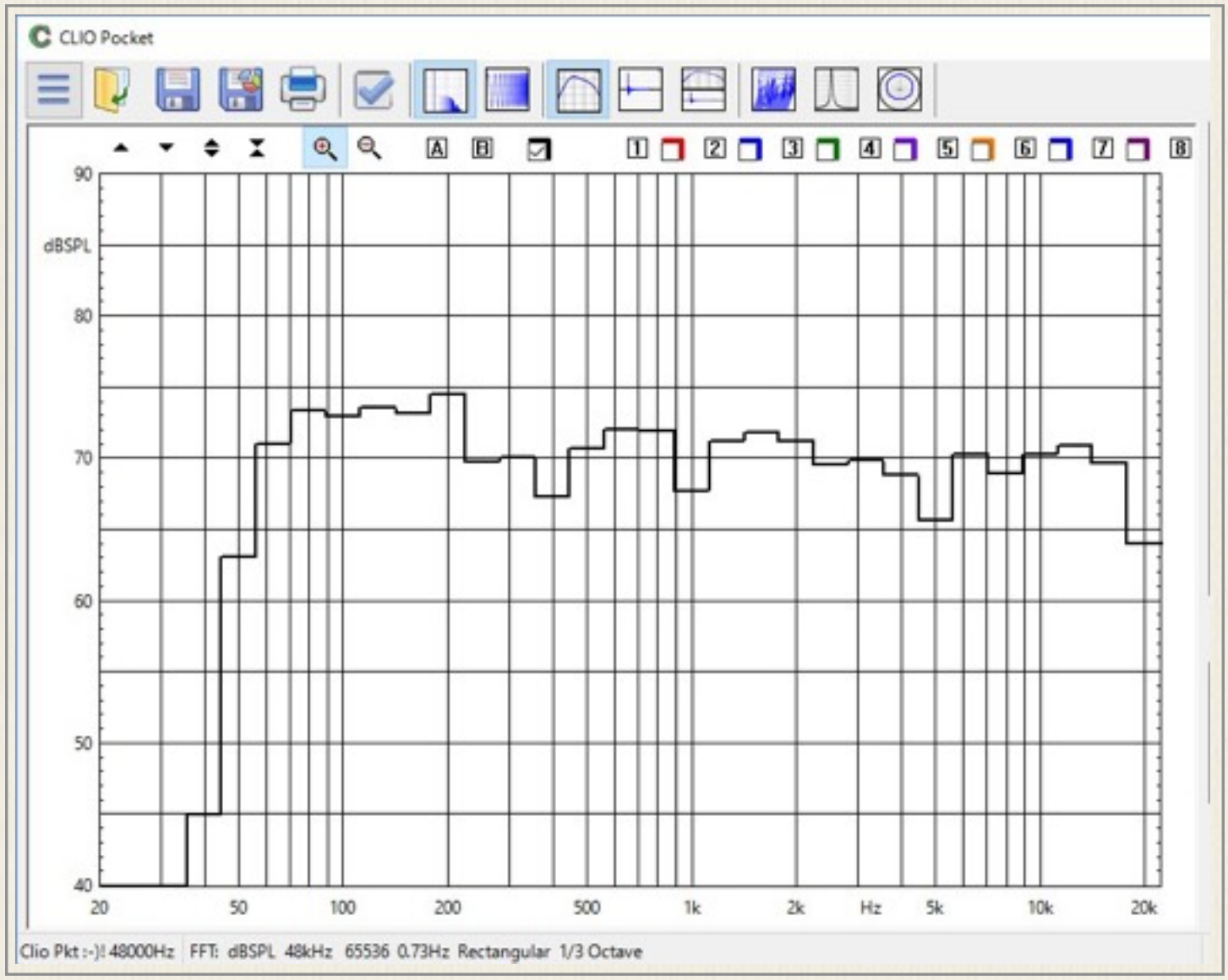


図4-4　RTA測定設定（図4-1のRTA部分抜粋）

4-2）室内音響測定

リスニング位置におけるスピーカー特性

FFT及びRTA個別の測定の次に、これらを使った室内音響の特性測定を行います。写真4-2のような環境での測定例を示します。リスニング環境を想定し、スピーカーを室内の正規の位置に、マイクをリスニング位置に設置します。

写真4-2　室内間での音響測定

測定は二つの「FFT」手法を用いて行います。最初の測定では1/3オクターブRTAで大まかな音響特性を測定します。次に室内のおける音の時系列変化（減衰）を観察します。逐次測定の「LogChirp」と異なり、「FFT」測定ではリアルタイムにかつ操作しながら測定できる点が特長です。

始めにリスニング位置におけるスピーカー特性を測定します。CP-1出力をパワーアンプに入力に接続、マイクをCP-1の入力に繋ぎます。

① サイドバーで、マイクのファントム電源をOnにする

② CP-1のループバックをOffにする

③ **CLIO** 入力感度を-20dBV程度にセットする

④ CLIO 出力レベルを0.1V程度に低く設定

⑤ 信号発生器をOffにする

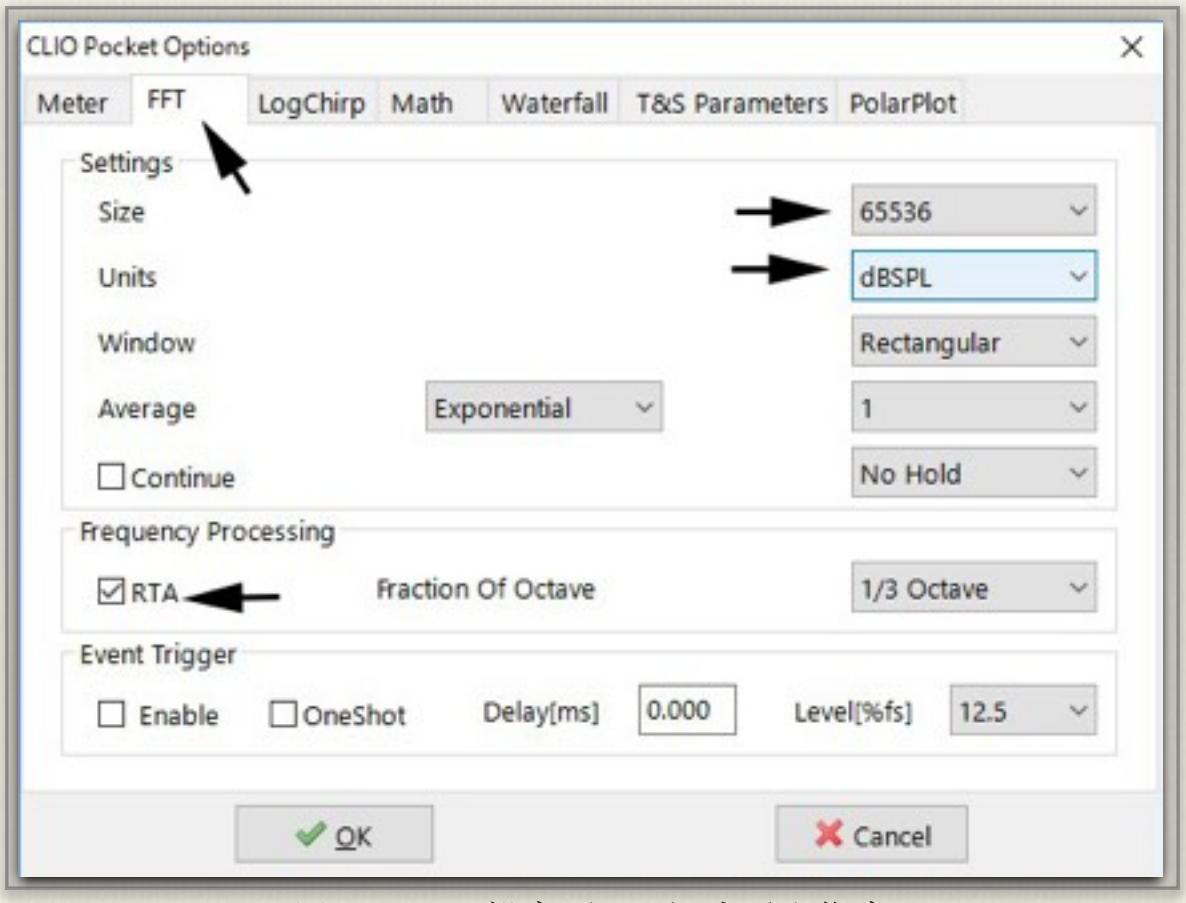


図4-5　FFT設定（RTA）表示を指定

⑥ パワーアンプの電源を入れる

⑦「FFT」画面を選択する

⑧ サイドバーから図4-5「CLIO Pocket Options」を開く

⑨「FFT」タブを開き「Size」、「Units」を矢印のように設定、「RTA」にチェックする

⑩ 図4-6の「Meter」タブに移り矢印の設定を行う

⑪ グラフ画面に戻り、矢印の「FFT」を選択し、Bで「FFT」測定をスタートする

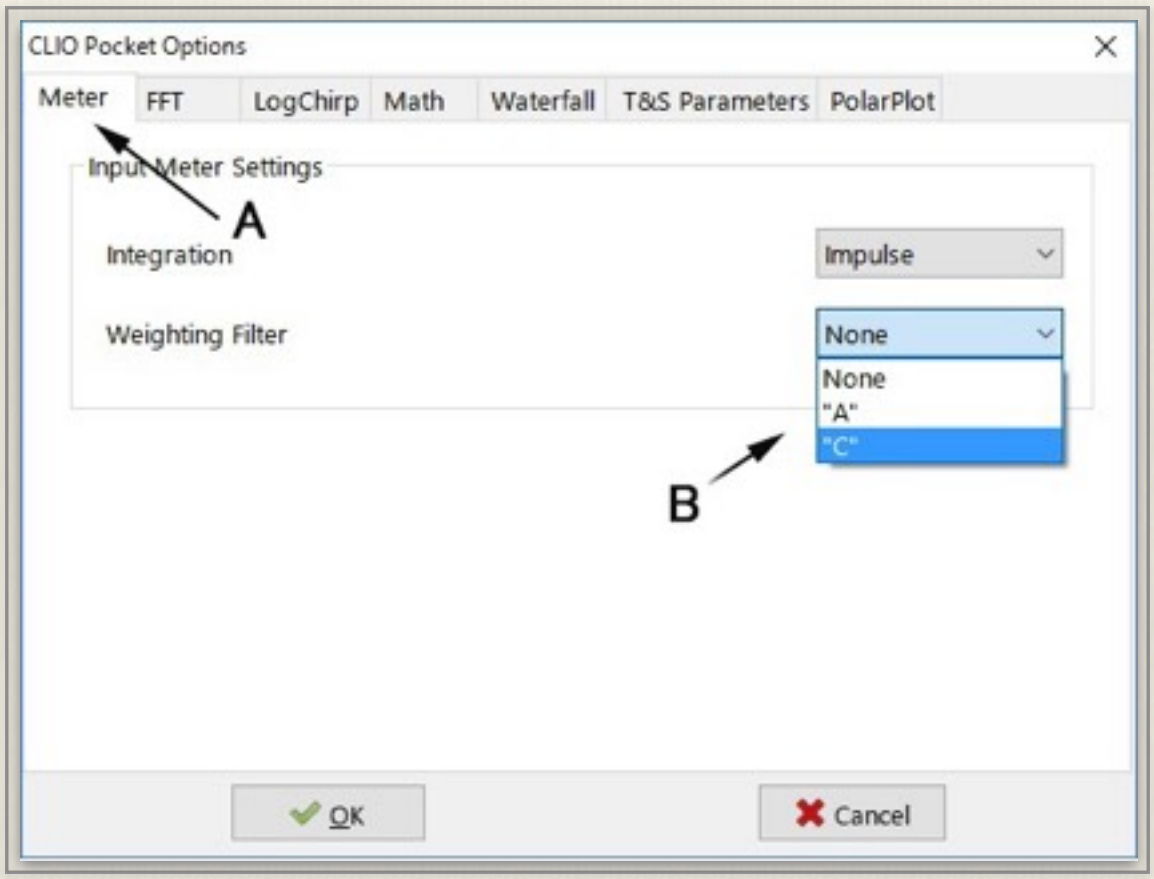


図4-6　「Meter」設定

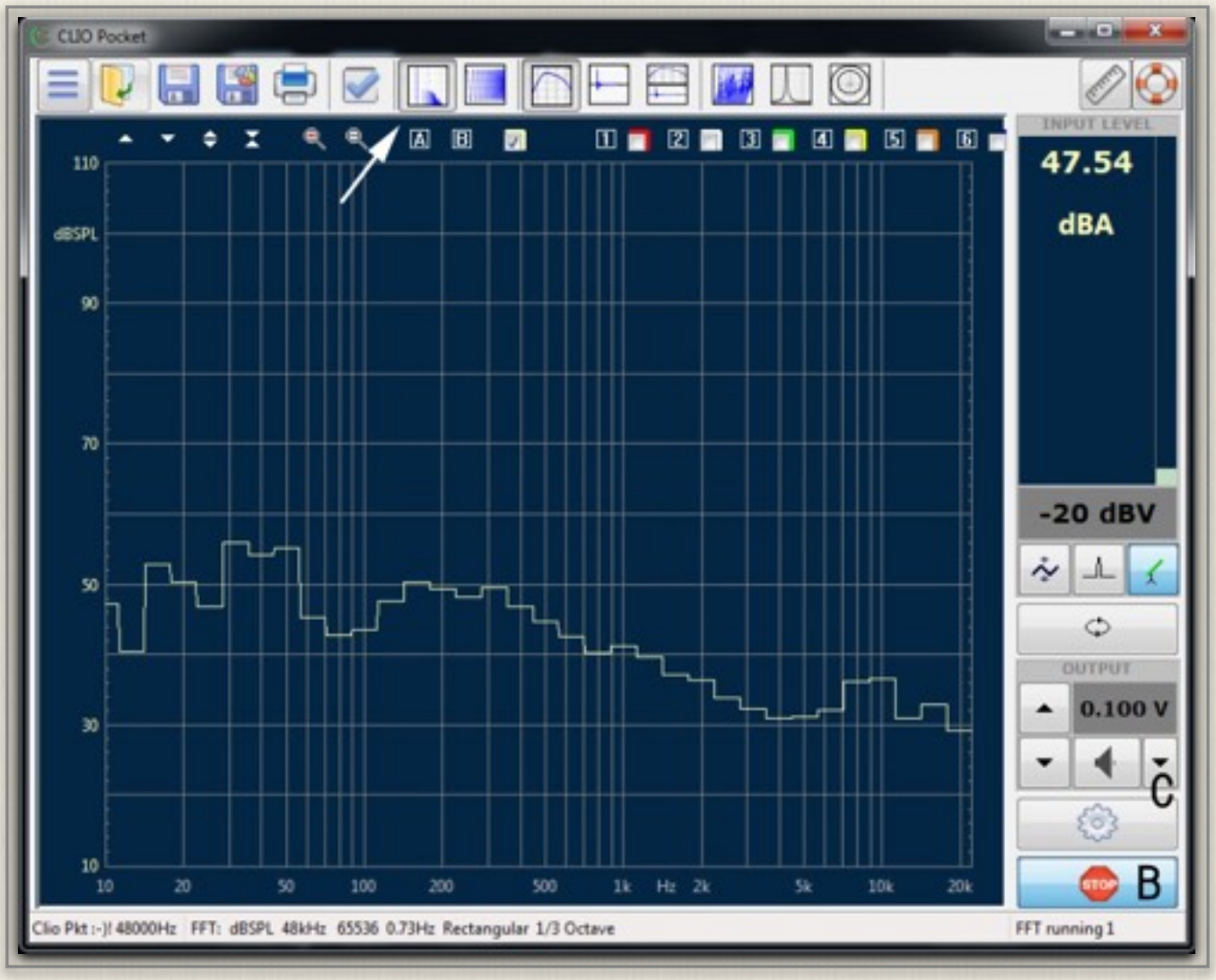


図4-7　FFT（RTA表示）で騒音レベルを確認

この時点ではスピーカーから信号音は出ていないので、このグラフ画面は騒音を示しています。騒音レベルはサイドバーの「Input　Level」から、47.5dBAと読めます。続いてスピーカーから信号音を出して測定します。準備として下記を行います。

⑫ 図4-6の矢印A「Meter」を開きBで「None」を選択

⑬ 図4-7矢印Cで信号発生器「Generator Control」を開く

⑭ ファイルタブからブラウズして「Pink Noise」ファイルを設定する（注：Size=64Kは図4-5のFFTサイズと同じ）

⑮「Play」をクリックし、「Pink Noise」信号を出力する

⑯ 図4-9の特性ならびに音圧レベルが表示される

ここではリスニング時の音圧レベル（85-90dBSPL)になるように、パワーアンプで音量を調整します。測定を止め、アンプの出力を絞ります。図4-9の特性がリスニング位置におけるスピーカー特性となります。

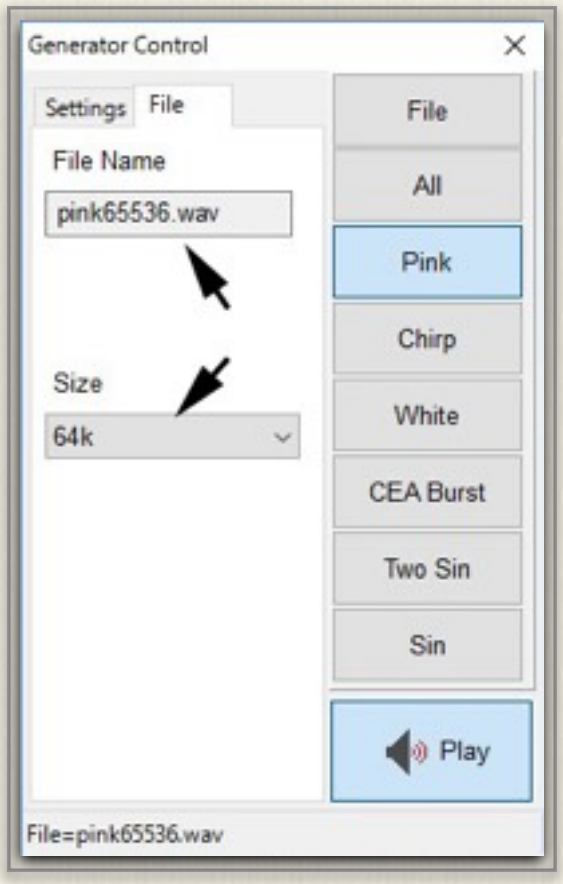


図4-8　信号発生器設定

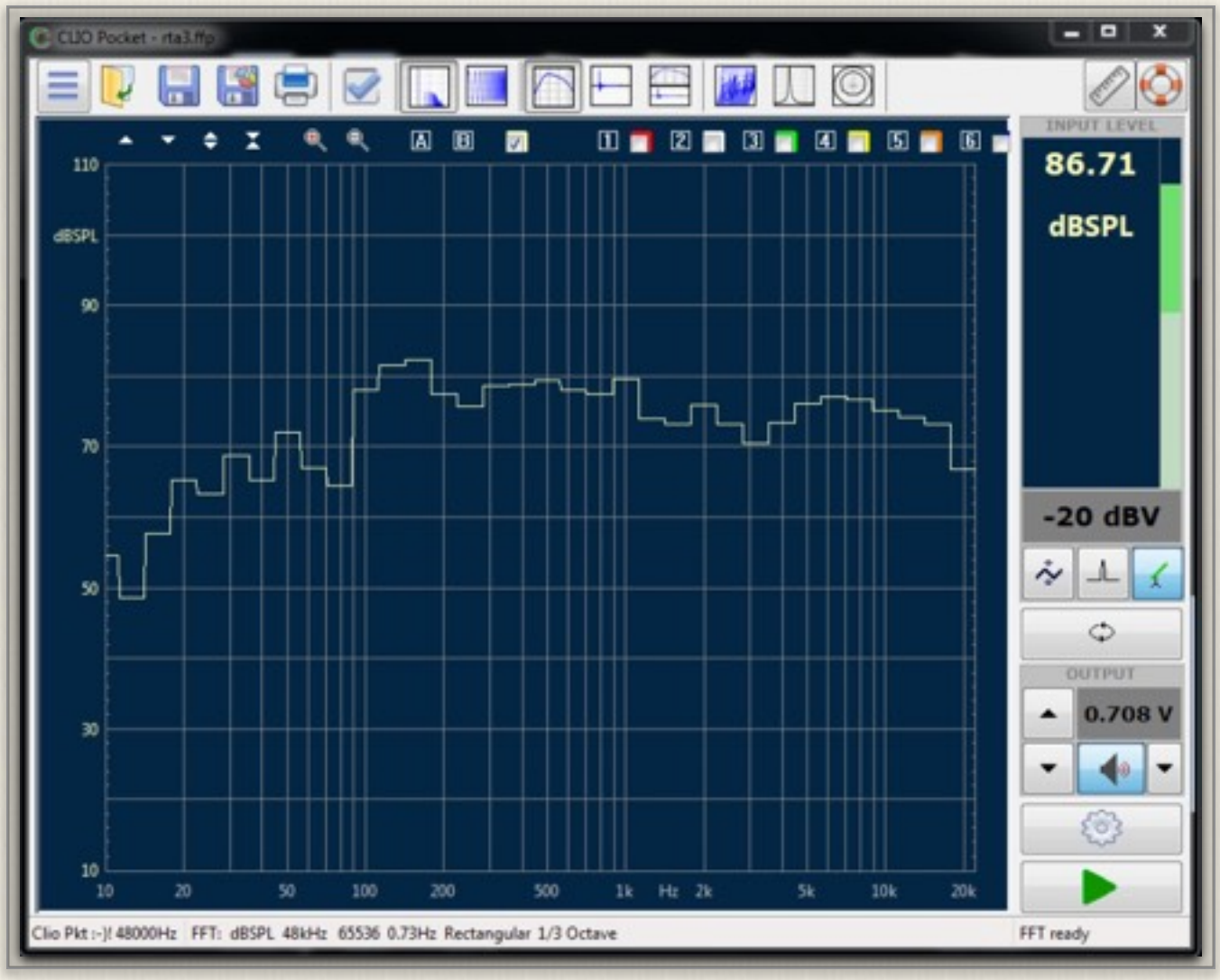


図4-9　リスニング位置におけるスピーカー特性と音圧レベル

部屋の音響特性

ここから第二のFFT測定に入ります。この測定ではスピーカーは使いません。マイク位置は変えずに、そしてCLIO側の設定はそのままで、インパルス音を与えてその音を拾います。インパルス音を作る方法は、風船を割る音、拍子木を叩く音などありますが、鋭いインパルス音を使います。こうしたインパルス音には広い帯域の音の成分が均等に含まれます。

この音を拾って「FFT」します。そのためには「FFT」のトリガー機能「Event Trigger」を使って、FFTを事前スタートして待たせておき、インパルス音の到着を待ちます。

写真4-3
測定風景

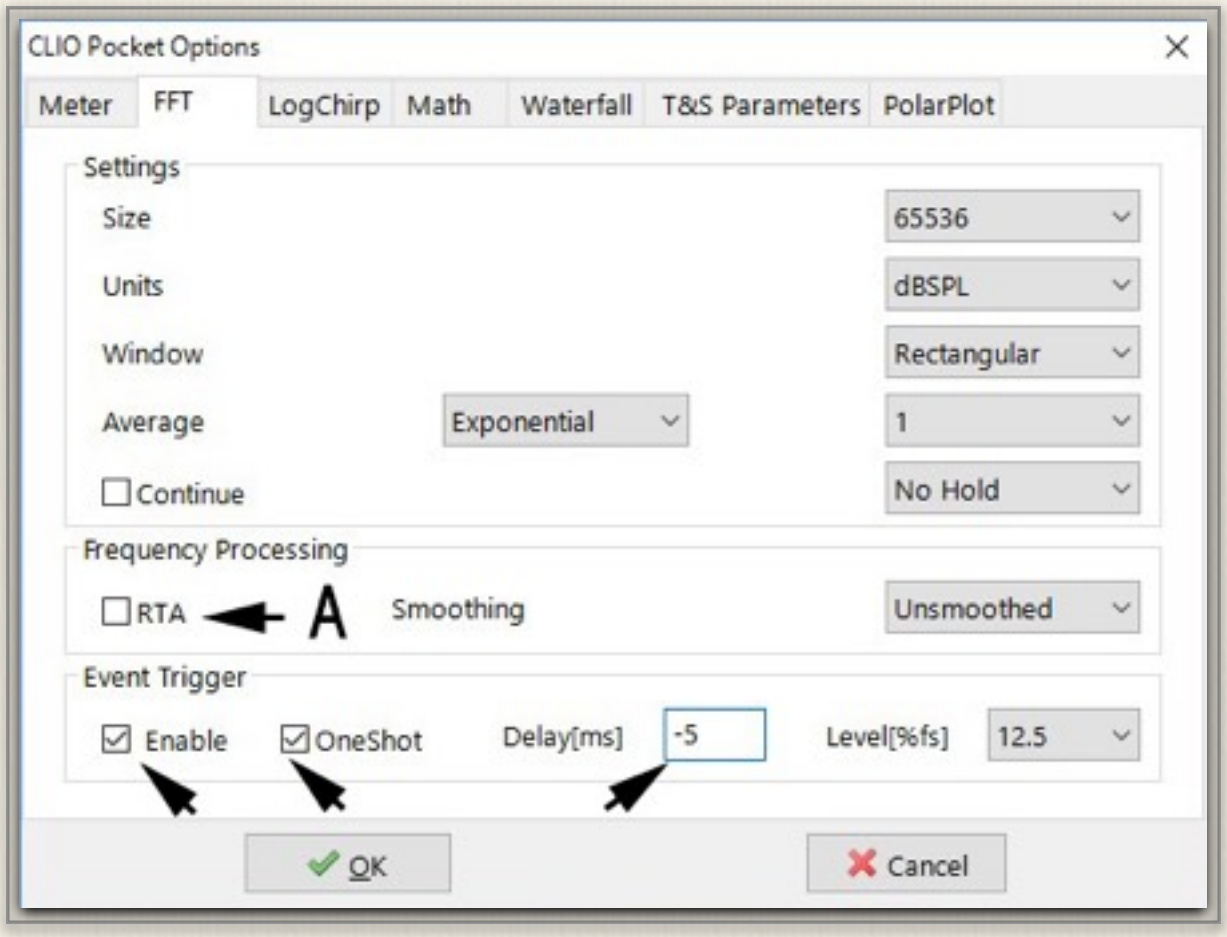


図4-10　FFT トリガー「Event Trigger」設定画面

再び「CLIO Pocket Options」設定画面 図4-10矢印Aで「RTA」を外し、下の3個にチェックならびに数値を入力します。マイクレベルも下げておきます。この設定では、実際にインパルスが来る5m秒前から、一回だけ採取を行います。表示を「周波数領域+時間領域」に切り替え、「FFT」をスタートさせます。この状態で「FFT」はインパルス音の到来を待ちます。こ

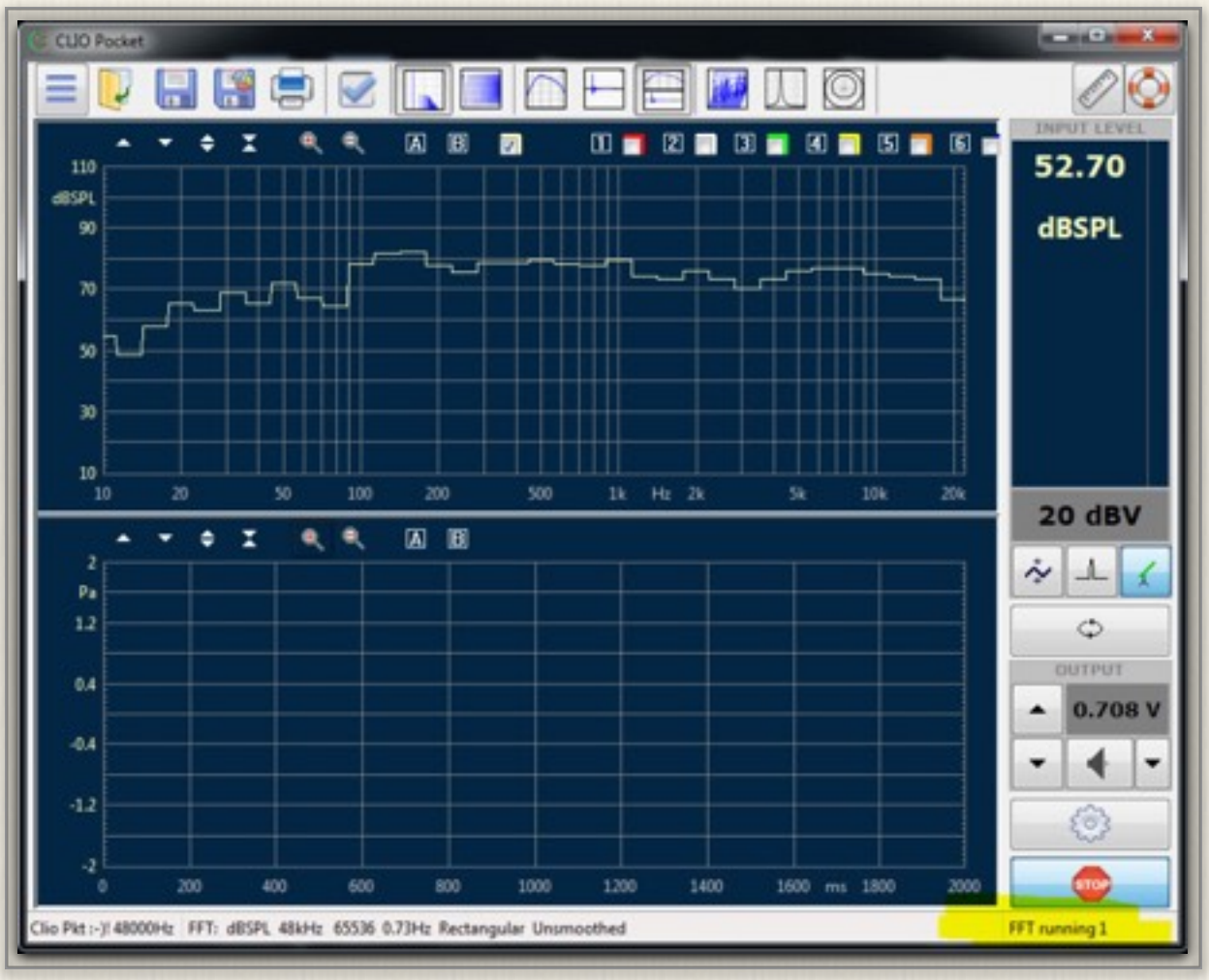


図4-11「FFT」インパルスを待ち状態

の画面右下に「FFT Running 1」と示されます。ここで「風船割り」などでインパルス音を出します。「FFT」が取り込んだ音が図4-12となります。何回も行い、できるだけ鋭いインパルス音のデータを使用します。

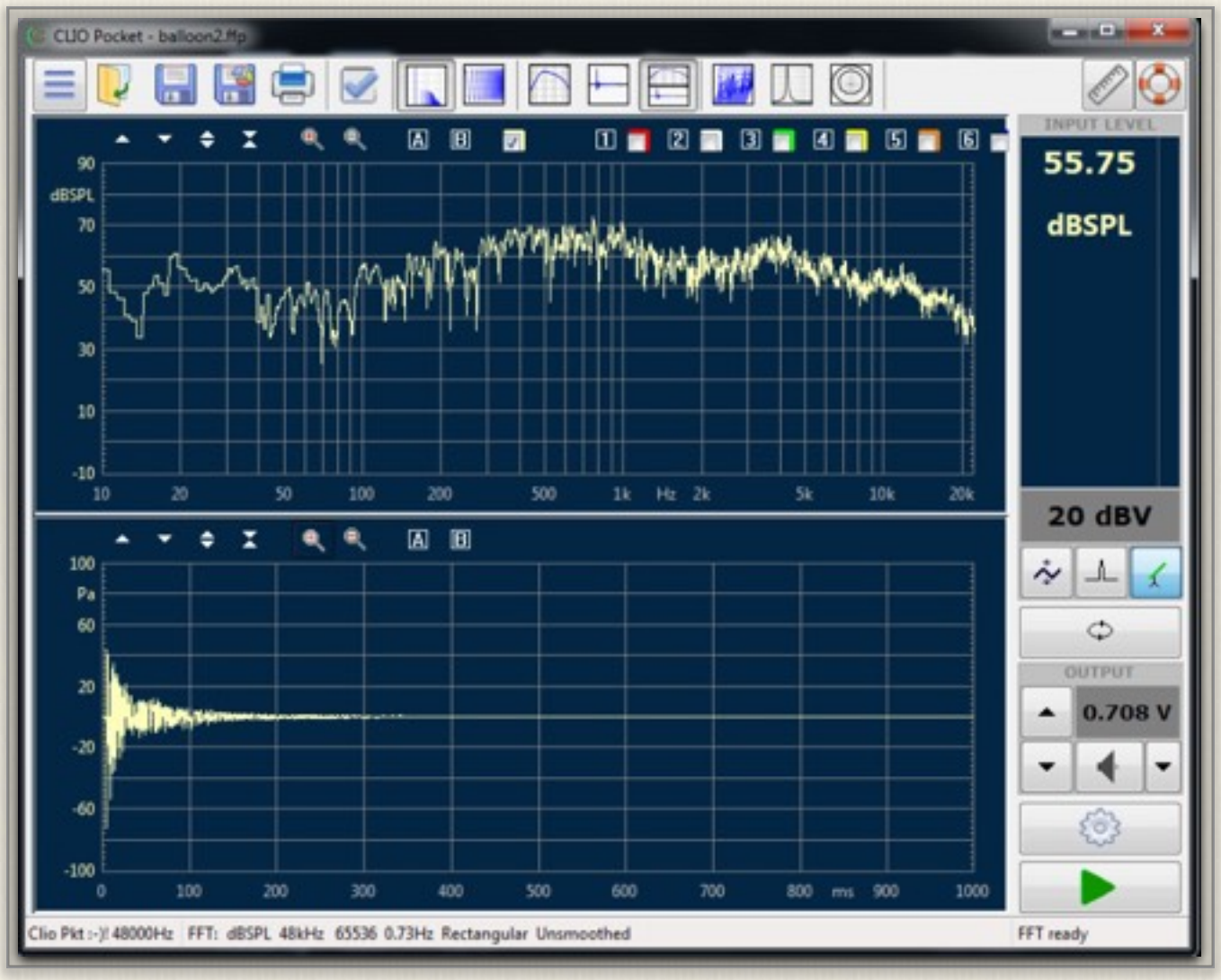


図4-12「FFT」が捕捉したインパルス音　周波数特性（上）波形（下）

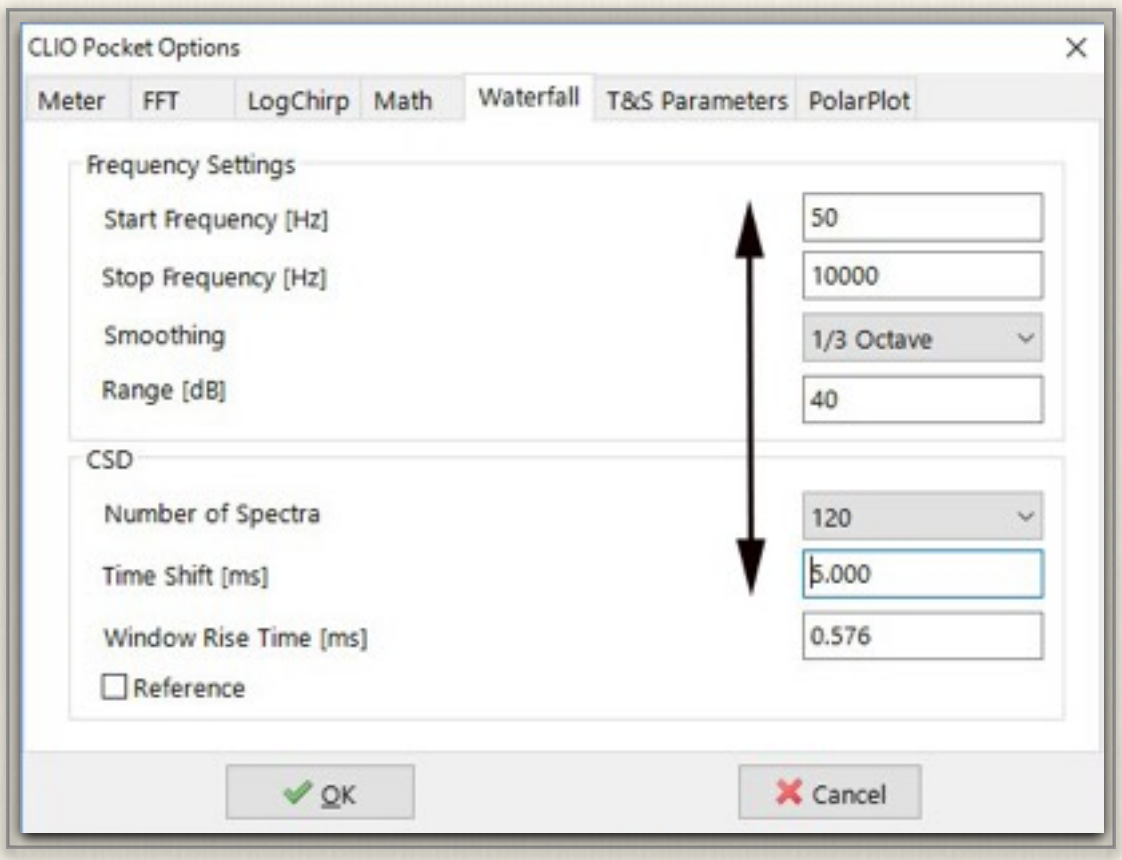


図4-13 「Waterfall」画面設定

捕捉したデータの解析には、図4-13「CLIO Pocket Options」の「Waterfall」タブで行います。解析対象範囲や、時間軸設定など、この図の矢印の範囲の設定を入力します。「Waterfall」表示を指定すると図4-14のように一番奥の最初の「SPL-周波数特性」は時間とともに（手前）減衰し、どの周波数がどのように変化するか、また減衰に長い時間を要するかといったことが観察できます。

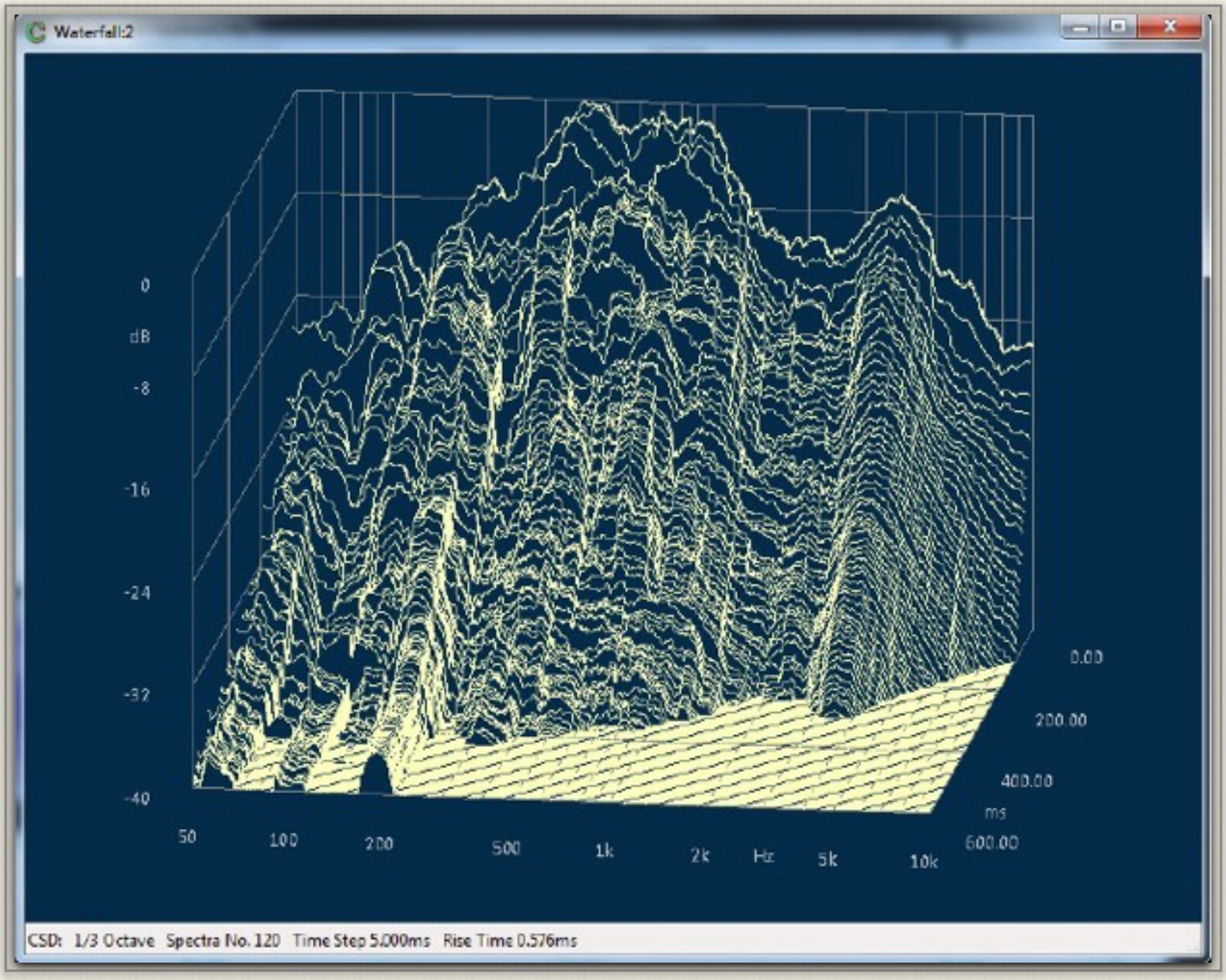


図4-14室内音響の性質を表す「Waterfall」グラフ

なお、以上の測定では図4-6「Meter」設定で「None」の設定をしました。「A特性」、「C特性」での表示を求めるときは、各々それらの設定をすることができます。

© Copyright 1991–2017 by
AUDIOMATICA SRL
VIA MANFREDI 12
50136 FLORENCE, ITALY
PHONE: +39-055-6599036
FAX: +39-055-6503772
www.audiomatica.com
info@audiomatica.com
All Rights Reserved
Edition 1.50, 2017/02

IBM is a registered trademark of International Business Machines Corporation.
Windows is a registered trademark of Microsoft Corporation.
Apple, Mac, OSX are registered trademarks of Apple Inc.

本ガイドブックは上記CLIO Pocket Release 1.5の英文ガイドを参考に、日本のユーザー向けに書かれたものです。従って、必ずしも内容全てを網羅するものではありません。また英文マニュアルの翻訳ではないので、内容及び順序は異なる場合があります。