

# ベクトルネットワークアナライザー

DZV-1

## 取り扱い説明書

株式会社 ディエステクノロジー

埼玉県朝霞市北原 2-9-10

TEL 048-470-7030 FAX 048-470-7022

URL: <http://www.dst.co.jp/>

## 1. 概要

DZV-1 は、アンテナのインピーダンスや VSWR の測定、RF コンポーネント、デバイスの S パラメータ測定ができるベクトルネットワークアナライザです。小型、低価格で製造ライン、開発、教育用途に最適です。DZV-1 ユニットと PC 側ソフトの通信は USB 経由で、電源も単一 5V の USB で供給となります。また、付属しております PC 側ソフトで LOG-MAG 特性、位相特性、群遅延特性、スミス・チャート、極座標、SWR 特性がグラフ形式にて確認ができます。

この DZV-1 は CQ 出版社「RF ワールド」No.35 で特集された作る！ベクトルネットワークアナライザー ziVNAu と同じものです。動作原理、操作に関する詳しい内容は「RF ワールド」を参照して下さい。

「RF ワールド」のバックナンバーは下記から購入できます。

<http://shop.cqpub.co.jp/>

## 2. ドライバソフトのインストール手順

### 2. 1 動作確認した Windows OS

本 PC アプリの開発環境は Windows 7 Ultimate (64 ビット) ですが、32 ビットのコンパイル・スイッチを ON にしているので、32 ビット OS でも動きます。動作を確認した OS は以下のとおりです。

- ・ Windows 7 Home 32 ビット
- ・ Windows 7 Pro 32 ビット / 64 ビット
- ・ Windows 8.1 64 ビット (注)
- ・ Windows 10 Home 32 ビット
- ・ Windows 10 Pro 32 ビット, 64 ビット (注)

(注) Windows 8.0 以降の 64 ビット版にドライバをインストールするには、ドライバのデジタル署名にかわる追加操作が必要です。詳しいインストール手順は、下記ウェブサイトをご参照ください。

→<http://www.rf-world.jp/go/3501/>

### 2. 2 USB ドライバのインストール準備

#### ■2.2.1 ソフトウェアのダウンロード

RF ワールドのダウンロード・サービスから、USB ドライバと ziVNAu.exe (PC アプリ) が一つにまとまっている圧縮ファイルをダウンロードして、適当なフォルダに解凍します。

→<http://www.rf-world.jp/go/3501/>

#### ■2.2.2 ドライバ・ソフトウェアの利用条件

解凍しましたら、真っ先に PDF ファイル MCHPESUSB Libraly Help.pdf の 2 ページめをご覧ください。

“2 Software License Agreement” の内容です。この内容にご了解いただくことが前提でドライバ・ソフトウェアを利用できます。

### ■2.2.3 ファイル・リスト

ziVNAu ユニットを動かすには解凍して現れたフォルダの中から、以下が必要です。

#### ● Driver and inf フォルダ

- ・ mchpusb.cat
- ・ mchpusb.inf
- ・ mchpusb.sys
- ・ mchpusb64.sys (64 ビット OS のときに必要)

#### ● ziVNAu フォルダ

- ・ ziVNAu.exe (PC アプリの実行可能ファイル)
- ・ mpushapi.dll

解凍した “Driver and inf” フォルダは、次のステップ（ドライバのインストール）で選択します。

## 2. 3 USB ドライバのインストール

### ■2.3.1 Windows10 (32 ビット) 編

以下は Windows10 Pro (32 ビット) に USB ドライバをインストールする手順です。

- ① ziVNAu ユニットと PC を USB ケーブルで接続します。
- ② スタート・メニューのアイコンの上でマウス右ボタンをクリックしてポップアップ・メニューを開きます。メニューの中からデバイスマネージャーを選択します。
- ③ 開いたデバイスマネージャー・ウィンドウの中の “Microchip Custom USB Device” をダブルクリックします。
- ④ 開いた「Microchip Custom USB Device のプロパティ」ウィンドウから[ドライバーの更新]ボタンをクリックします。
- ⑤ 「ドライバー ソフトウェアの更新」ウィンドウでは、[コンピュータを参照して…検索します]ボタンをクリックします。
- ⑥ 開いたウィンドウで、参照ボタンをクリックして、先ほど解凍した “Driver and inf” フォルダを選択します。そして[次へ]ボタンをクリックします。
- ⑦ Windows セキュリティのウィンドウが現れます。「このドライバーソフトウェアをインストールします」をクリックします。
- ⑧ 「ドライバーソフトウェアが正常に更新されました」が表示されたら、ドライバのインストールは完了です。また、ziVNAu ユニットの LED が点滅から点灯に変わります。

### ■2.3.2 Windows 7 (32 ビット), 8 (32 ビット) 編

Windows 7 (32 ビット)、Windows 7 (64 ビット)、Windows 8 (32 ビット) のインストールは、上記 Windows 10 (32 ビット) のインストール手順が参考になります。ほぼ同じメッセージと流れです。

- ① デバイス マネージャーのウィンドウを表示
- ② “Microchip Custom USB Device” をダブル・クリック。
- ③ “Driver and inf” フォルダの選択。
- ④ Windows セキュリティのウィンドウは「…インストールします」ボタンを押す。
- ⑤ ziVNAu ユニットの LED (D6) が点灯。

## 2. 4 PC アプリのセットアップと起動

### ■2.4.1 セットアップ

RF ワールドのダウンロード・サイトからダウンロードした圧縮ファイルの中の ziVNAu.exe と mpusbapi.dll は適当な同じファイルに移動するだけでセットアップは終了です。 ziVNAu.exe は PC アプリの実行可能ファイルです。

### ■2.4.2 PC アプリの起動

- ① ziVNAu ユニットと PC を USB ケーブルで接続し、ユニットの LED (D6) は点滅から点灯に変わることを確認します。
- ② ziVNAu.exe をダブル・クリックすると PC アプリは起動します。図 3.1 は PC アプリを起動した直後の画面です。

もし、mpusbapi. dll が見つからない旨のエラーが出た場合は、ziVNAu.exe と同じフォルダに mpusbapi. dll が保存されていないことが原因です。

## 2. 5 PC アプリの関連事項

### ■2.5.1 フォルダとファイル名

ziVNAu.exe と mpusbapi. dll のファイルは、同じフォルダに置かないと PC アプリが動作しないのでご注意ください。フォルダ名は全角でも大丈夫です。

ziVNAu.exe のファイル名は変更しても問題ありません。

### ■2.5.2 PC アプリのバージョン確認

PC アプリ (ソフトウェア) が更新されたことを見分けるための、バージョンを確認する方法を紹介します。エクスプローラを立ち上げて、ziVNAu.exe にマウスを近づけると、ファイル情報が表示される場合は、その中にバージョンも含まれています。

もう一つの方法は、**ziVNAu.exe** を選択し、マウス右ボタンをクリックしてポップアップ・メニューを出します。そのメニューからプロパティを選択することでバージョンを確認できます。

### ■2.5.3 PC アプリの初期化

**SERVICE** のウィンドウで設定する項目は、PC アプリをいったん閉じて再起動しても初期化されない項目があります。これらを初期化するには、**ziVNAu.exe** と同じフォルダにある **ziVNAu.ini** ファイルを削除します。次回 **ziVNAu.exe** を立ち上げたときに初期化されます。

### ■2.5.4 PC アプリ動作中にユニットの USB 抜き差し

PC アプリが動作中に **ziVNAu** ユニットの USB プラグを抜いて再び USB ソケットに挿すと、PC アプリとユニットで矛盾が生じてしまい、正しく動作しません。見た目はそれなりに測定しているのですが、測定値は正しくない場合があります。そのような場合は、いったん PC アプリを終了し、もう一度 PC アプリを起動することで正常に動作します。

よくあるケースは、PC アプリを起動した直後にユニットを PC に接続していないことに気づき、慌てて PC に接続した場合です。このときも、PC アプリを再起動してください。

## 3. 各ボタンの説明

### ■ 3.1.1 メイン・ウィンドウ

**ziVNAu** ユニットと PC を USB で接続し、**ziVNAu.exe** をダブル・クリックして PC アプリを立ち上げます。起動直後のウィンドウ（図 3.1）がメイン・ウィンドウです。

右側に配置されているボタンを利用して、設定を変更したり、測定の開始や終了を操作します。

メイン・ウィンドウは [RUN/HOLD] ボタン、メイン・ボタン群、ファンクション・ボタン群、数字ボタン群、入力フィールド、そして、グラフ表示エリアから構成されます。

メイン・ボタン群の中のボタンをクリックすると、そのボタンに関連する機能がファンクション・ボタン群に表示されます。数字ボタン群は、周波数やポイント数など数値入力するときに利用します。

また、キーボードからの入力も可能です。

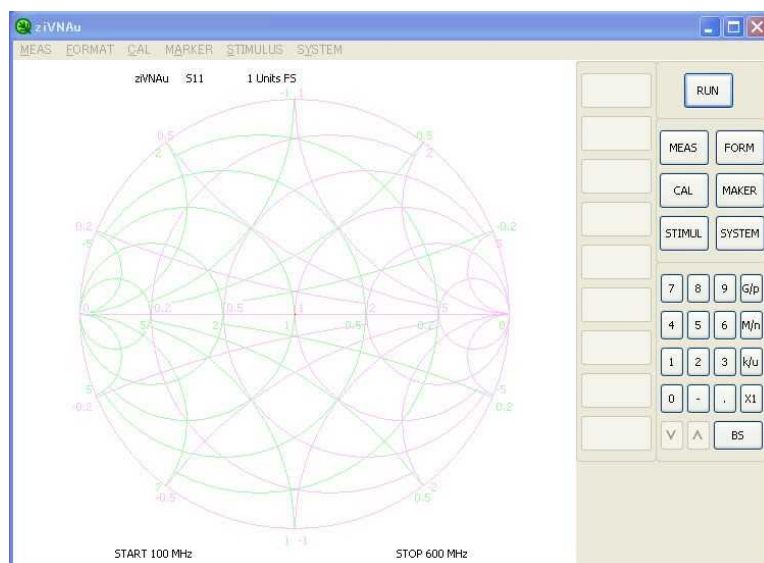


図 3.1

### ■ 3.1.2 [RUN/HOLD] ボタン

測定の開始と停止のボタンです。測定の停止は、ほかのボタンをクリックしても止まります。また、グラフ表示エリアでマウス左ボタンをクリックしても測定は停止します。

### ■ 3.1.3 メイン・ボタン群

メイン・ボタン群はカテゴリに分かれた 6 個のボタンで構成されています。

- ・ [MEAS] ボタン：S<sub>11</sub>、S<sub>21</sub>、S<sub>12</sub>、S<sub>22</sub> の選択
- ・ [FORM] ボタン：グラフの種類の選択
- ・ [CAL] ボタン：校正の種類の選択と実行
- ・ [MAKER] ボタン：マーカ機能の実行
- ・ [STIMUL] ボタン：測定条件（周波数、ポイント数など）
- ・ [SYSTEM] ボタン：上記カテゴリに収まらない機能

### ■ 3.1.4 [MEAS] ボタン

測定する S パラメータを選択します。S<sub>11</sub>、S<sub>21</sub>、S<sub>12</sub>、S<sub>22</sub> が選択可能です。

S<sub>11</sub> と S<sub>21</sub> を選択したときは、D7 (LED) が点灯します、S<sub>22</sub> と S<sub>12</sub> を選択したときは D8 (LED) が点灯します。点灯した方のポートから信号が出力されます。

### ■ 3.1.5 [FORM] ボタン

表示するグラフを選択します。LOG-MAG 特性、位相特性、群遅延特性、スミス・チャート、極座標、SWR 特性が選択可能です。

### ■ 3.1.6 [CAL] ボタン

校正の種類の選択と校正を実行します。ここでは、ポート 1 やポート 2 に標準器の取り付けと取り外し作業が必要になります。図 3.2 は、[CAL] ボタンをクリックしたときのファンクション・ボタン群の画面です。

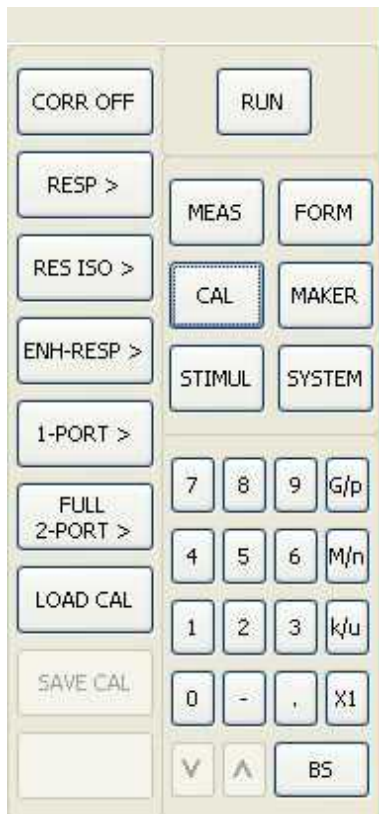


图 3.2

● 各ボタンの概略

以下に説明する校正に関する操作を整理したのが表 3.1 です。

| ボタン         | 名称                   | 使用する標準器                       | 対象の S パラメータ     | 補正対象の誤差                                                                                                                                                                          |
|-------------|----------------------|-------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RESP        | レスポンス校正              | Open                          | S11 または S22     | ・ 反射トラッキング(ER)                                                                                                                                                                   |
|             |                      | Short                         |                 |                                                                                                                                                                                  |
|             |                      | Thru                          | S21 または S12     | ・ 伝送トラッキング(ET)                                                                                                                                                                   |
| RES ISO     | レスポンス&<br>アイソレーション校正 | Open                          | S11 または S22     | ・ 反射トラッキング(ER)<br>・ 方向性(Ed)                                                                                                                                                      |
|             |                      | Short                         |                 |                                                                                                                                                                                  |
|             |                      | Thru                          | S21 または S12     | ・ 伝送トラッキング(ET)<br>・ アイソレーション(EX)                                                                                                                                                 |
| ENH-RESP    | エンハンスト・レスポンス校正       | Open                          | S11+S21         | ・ 反射トラッキング(ER)<br>・ 方向性(Ed)<br>・ ソース・マッチ(Es)                                                                                                                                     |
|             |                      | Short                         |                 |                                                                                                                                                                                  |
|             |                      | Load                          | S22+S12         | ・ 伝送トラッキング(ET)<br>・ アイソレーション(EX)                                                                                                                                                 |
|             |                      | Thru                          |                 |                                                                                                                                                                                  |
| 1-PORT      | 1 ポート校正              | Open<br>Short<br>Load<br>Thru | S11 または S22     | ・ 反射トラッキング(ER)<br>・ 方向性(Ed)<br>・ ソース・マッチ(Es)                                                                                                                                     |
| FULL 2-PORT | フル 2 ポート校正           | Open<br>Short<br>Load<br>Thru | S11+S21+S12+S22 | ・ 反射トラッキング(ERF)<br>・ 方向性(EDF)<br>・ ソース・マッチ(ESF)<br>・ 伝送トラッキング(ETF)<br>・ アイソレーション(EXF)※<br>・ 反射トラッキング(ERR)<br>・ 方向性(EDR)<br>・ ソース・マッチ(ESR)<br>・ 伝送トラッキング(ETR)<br>・ アイソレーション(EXR)※ |

※アイソレーション校正を実施した場合

表 3.1



#### → CORR OFF

測定値を校正データで補正するか、しないかの切り替えボタンです。また、校正が完了するとボタンの表示が自動的に **CORR ON** に変わります。

**CORR OFF** のとき、このボタンをクリックすると、最後に校正したデータが復活します。

PC アプリを再起動した直後に、最後の校正データを利用して測定したい時に便利です。

#### → RESP

**S11** または **S22** を校正するときは、**Open** または **Short** 標準器を利用して行います。

**S21** または **S12** の校正は、**Thru** 標準器（スルー接続）を利用しておこないます。

振幅以外に位相も校正されます。スルー接続した基準面で位相はゼロ度です。

#### → RED ISO

**S11** または **S22** を校正するときは、**Open** または **Short** 標準器と、**Load** 標準器（**ISOLN**）を利用して行います。**S21** または **S12** の校正は、スルー接続と **Load** 標準器で行います。**Load** 標準器を接続するポートは、**LED** が点灯していない方のポートです。

#### → ENF-RESP

**S11** と **S21** または、**S22** と **S12** の校正を、**Open**、**Short**、**Load** の各標準器と **Thru** 標準器（スルー接続）を使って行います。**S11** と **S21** の両方を測定するときに便利です。

または、**S22** と **S12** の組み合わせになります。

追加的に **Load** 標準器を利用してアイソレーションを校正することも可能です。

→ **1-PORT** **S11** または **S22** の校正を **Open**、**Short**、**Load** の各標準器を利用して行います。

#### → FULL 2-PORT 校正

四つの **S** パラメータどれにも有効な校正です。反面、最も標準器の取り付け／取り外しが多い校正です。**Open**、**Short**、**Load** の各標準器と **Thru** 標準器（スルー接続）で行います。

追加的に **Load** 標準器を利用してアイソレーションの校正も可能です。

#### → SAVE CAL

最後に校正した内容をファイルに保存する機能です。校正を終了すると、このボタンが押せるようになります。

#### → LOAD CAL

〔**SAVE CAL**〕 ボタンでファイルに保存した校正内容を読み込む機能です。

### ■ 3.1.7 MARKER (MAKER)

測定波形において、目的の周波数の測定データを数値で把握したい時や、目的の周波数がグラフのどの位置にあるかを調べるときに便利な機能です。

マーカは全部で5個あります。メイン・ボタン群から〔**MAKER**〕ボタンをクリックすると、ファンクション・ボタン群に1から5までのマーカ・ボタンが表示されます。各マーカのボタンをクリックするとマーカが水色（誌面では黒色）で表示されます。水色はアクティブなマーカを意味します。

図 3.3 を見てください。マーカを移動するには、該当マーカの位置にマウス・カーソルを持ってゆき、

マウス左ボタンを押しながらマウスを移動するとマーカが追従します。

または、マーカがアクティブな時は、数字ボタン群の下に入力フィールドが現れます。キーボードで数値を入力するか、数字ボタン群の数字ボタンをクリックして周波数を入力することでマーカを移動します。群遅延特性のグラフは、マーカがスケールから外れてマウスで選択できない場合があります。このときはキーボードや数字ボタン群のボタンで周波数を直接指定してマーカを移動します。

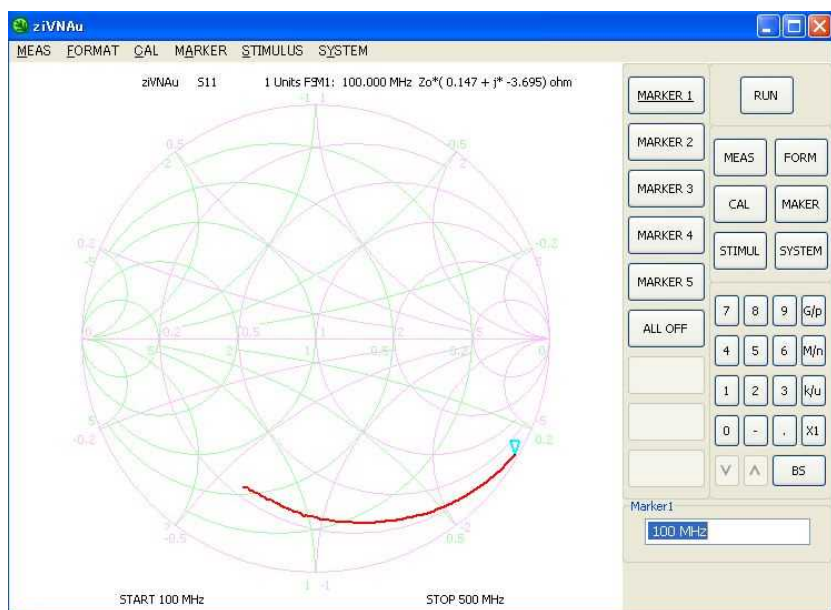


図 3.3

### ■ 3.1.8 STIMUL

測定周波数、測定ポイント数、信号処理の FIR フィルタの選択、測定周波数間隔（LIN、LOG、DE）の選択など、測定条件をここで設定します。図 3.4 は [STIMUL] ボタンをクリックしたときのファンクション・ボタン群です。拡張性を考え、STIMUL は二つ目のファンクション・ボタン群があります。[MORE] ボタンをクリックすることで二つ目のファンクション・ボタン群に切り替わります。

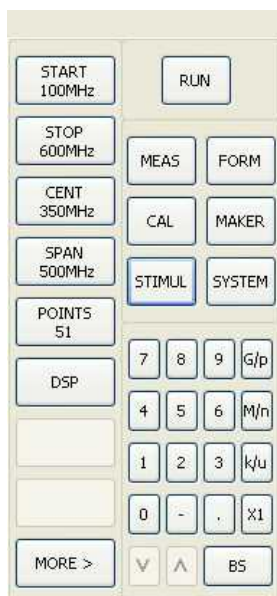


図 3.4a



図 3.4b

### ● START、STOP、CENT、SPAN

測定周波数の範囲を指定するものです。CENT と SPAN は、中心周波数と幅で指定します。

それぞれのボタンをクリックすると、入力フィールドが現れます。そこに、数字ボタン群のボタンまたは、キーボードを利用して周波数を入力して設定します。

PC アプリとしては、1KHz 以上を入力可能にしています。100KHz 以下は A-D コンバータのサンプリング周波数  $f_s$  や IF 周波数があるのでスプリアスだらけですし、0.22uF の周波数特性でレベルが下がってしまいますが、1KHz~100KHz の間でも DDS は動作します。

また、1GHz 以上でも入力可能です。DDS から見れば、1GHz の成分がどのくらいあるかは別にして、 $f_s$  の半分までの範囲で、エイリアシングを利用して 1GHz に当たる周波数を出力することになります。

設定を変更すると校正は解除されます。(校正 OFF)

### ● POINTS

測定する周波数の数を指定します。入力フィールドが現れるので、そこに入力します。

最 801 です。設定を変更すると校正 OFF になります。

### ● DSP

受信した信号から不要な成分を除去する FIR フィルタの選択と、FIR フィルタを通すデータ数を選択します。測定波形のノイズ量と測定スピードのバランスで決めます。ファンクション・ボタン群の [DSP] ボタンをクリックして現れる設定ウィンドウ (図 3.5) で設定します。

FIR フィルタのタップ数とヒルベルト交換のタップ数の合計より多いデータ数になるように RIR フィルタとデータ数の組み合わせをいくつか用意しています。Light/Normal/Heavy/Maximum/Custom のラジオ・ボタンがそれです。初期値は Normal になっています。スピード

優先の設定です。

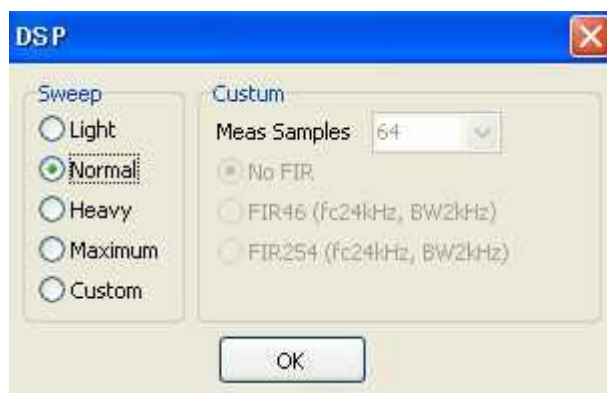


図 3.5

Custom のラジオ・ボタンを選ぶと FIR フィルタとデータ数を個別に設定できます。

ここでのデータ数 (Meas Samples) は 16 個ステップの選択になります。

ziVNAu ユニットから PC に送られてくるデータが 16 個まとめて来るためです。

この設定を変更しても校正は OFF にはなりません。

校正のときは Heavy にして多少時間が掛かっても校正の精度を上げ、DUT を測定するときは測定時間を優先して Normal にするやり方も可能です。

#### ● RF ATT

ポート 1 やポート 2 から出力される信号レベルを下げるアッテネータの値を指定するものです。

ポート 1 とポート 2 を別々の値に設定はできません。初期値は 0dB です。アッテネータが 0dB のときの出力レベルは、300kHz～100MHz のときに約 -17dBm です。

設定変更すると校正 OFF になります。

#### ● TRIGGER

[RUN] ボタンをクリックしたときに 1 回だけ測定するモードと、[HOLD] ボタンをクリックするまで繰り返し測定するモードを選択する機能です。

#### ● FREQ TYPE

測定周波数の間隔を設定する機能です。LOG MAG など横軸周波数のグラフでは、LOG と DEC を選択すると周波数軸がログ・スケールになります。

DEC は decade を略したもので、例えば測定範囲が 1MHz から 100MHz までのとき、1MHz、2MHz、3MHz・・・、9MHz、10MHz、20MHz、30MHz、・・・、90MHz、100MHz、・・・というステップで測定したい時に利用します。

設定変更すると校正 OFF になります。

#### ■ 3.1.9 SYSTEM

メイン・ボタン群にうまく割り当てられなかった機能が集まっています。図 3.6 は [SYSTEM]

ボタンをクリックしたときのファンクション・ボタン群の画面です。

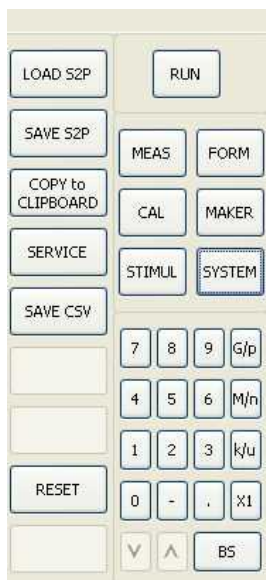


図 3.6

#### ● Load S2P

2 ポートの Touchstone フォーマットのファイルを読み込んで各グラフに表示する機能です。後から追加した裏ワザ的な機能で、ログ・スケールで表示できないなど機能に制限があります。過去に測定したデータやメーカーのホーム・ページからダウンロードした S2P ファイルをグラフに表示したい時に便利です。S2P ファイルを読み込むと、校正 OFF になります。

#### ● SAVE S2P

測定したデータを Touchstone フォーマットのファイルに保存する機能です。1 ポートの校正でも、S11 しか測定していなくても 2 ポートの Touchstone フォーマットに保存します。S11 だけ測定したときは、ほかの S パラメータ・データはダミーの値です。

#### ● COPY to CLIPBOARD

測定グラフを Windows OS のクリップ・ボードに保存する機能です。メタファイルとして保存するのでビット・マップと比べデータ量が非常に小さいですし、拡大しても品質の劣化が起こりにくいです。Word や Excel に貼り付けるときに利用します。プリンタ機能は実装していません。

#### ● SERVICE

本ユニットの性能チェックや PC アプリのデバックに利用していた機能の集まりです。ファンクション・ボタン群の [SERVICE] ボタンをクリックして現れるウィンドウ (図 3.7) の中で設定します。スミス・チャートのスケール色の設定もこの中にあります。

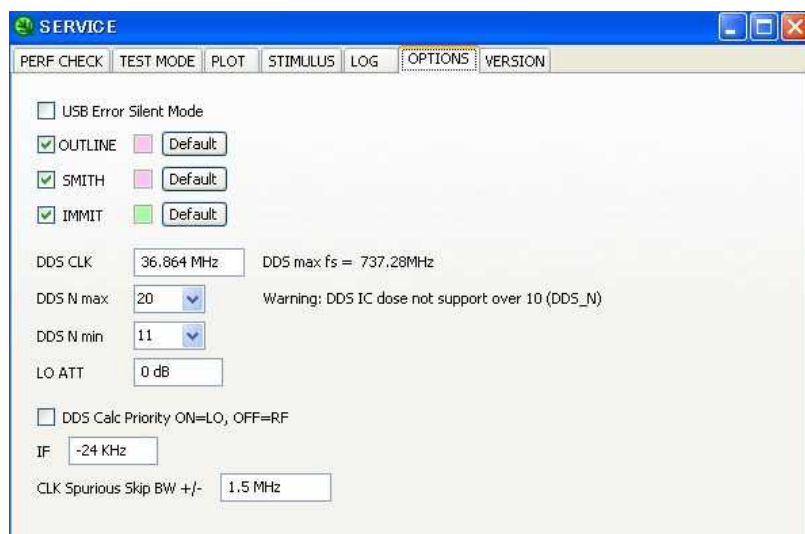


図 3.7

スミス・チャートのスケール色は **OPTIONS** タブの、**OUTLINE**、**SMITH**、**IMMIT** の項目で変更と表示／非表示の設定が可能です。**IMMIT** のチェックを外すと少し描画スピードがアップします。

スミス・チャートのスケール色を初期値にするボタンはありますが、それ以外の項目は初期化するボタンがありません。初期化するには、**ziVNAu.exe** が保存されているフォルダにある **ziVNAu.ini** ファイルを削除してください。次に **ziVNAu.exe** を起動したときにすべて初期化されます。

#### ■ 3.1.10 その他のボタン機能

##### ● [RETURN] ボタン

ファンクション・ボタン群の一番下のボタンは時々 **RETURN** と表示されたボタンになります。これは一つ前のファンクション・ボタンに戻る機能です。

##### ● [MORE] ボタン

ファンクション・ボタン群の一番下のボタンは時々 **MORE** と表示されたボタンになります。これは、ファンクション・ボタン群に続きがあり、次のボタン（機能）を表示する機能です。

##### ● アンダー・ライン表示のあるボタン

そのボタンの機能がアクティブになっていることを意味します。

## 3. 2 マウス操作

### ■ 3.2.1 測定の停止

測定中にグラフ表示エリアの中でマウス左ボタンをクリックしたり、メイン・ウィンドウの中の各ボタンをクリックすると測定は停止します。これは、測定中の各機能と平行に実行することで矛盾が生じる心配を回避したためです。

### ■ 3.2.2 LOG MAG、PHASE、DELAY、SWR 縦軸のスケール変更

グラフの縦軸スケール変更はマウス操作だけです。グラフ表示エリアの中で、マウス右ボタンを押しながらマウスを上下すると、マウスの動きに合わせて縦軸のトップとボトムのスケールが変わります。マウス・ホイールを回すと、マウス・カーソルの位置を基準にスケールの拡大縮小ができます。例えば、0dB を基準に拡大縮小するときは、マウス・ホイールを回すと、0dB を基準にスケールの拡大縮小をします。

横軸のスケール変更はマウスではできません。変更するには、[STIMUL] ボタンの START、STOP、CENT、SPAN のボタンで変更してください。ただし、校正 OFF になります。

### ■ 3.2.3 SMITH、POLAR グラフのスケール変更

グラフのスケール変更はマウス操作だけです。グラフ表示エリアの中で、マウス右ボタンを押しながらマウスを移動すると、マウスの動きに合わせてグラフが移動します。

グラフ表示エリアの中で、マウス・ホイールを回すと、マウス・カーソルの位置を中心にスケールの拡大縮小ができます。

## 3. 3 キーボード入力

数字ボタン群の下にフィールドが現れたときにキーボード入力が可能です。測定周波数設定、測地ポイント数の設定、マーカ周波数の設定をするときです。

マウス・カーソルで入力フィールドをアクティブにしてからキー入力し、最後に ENTER キーを押して入力値を確定します。ENTER キーを押す前にほかのボタンをクリックしたりグラフ表示エリアでマウスのボタンをクリックするとキャンセルとみなされます。

例えば 100MHz を入力するときは 100M とタイプし、最後に ENTER キーを押して入力値を確定してください。100M の代わりに 100e6 とタイプしても OK です。ただし、小文字の m は 1e3 です。周波数を入力するときに 100m とタイプすると、0.1Hz になるので注意してください。

測定ポイント数は整数のみ有効です。

## 3. 4 操作例：マイクロストリップ・ラインの S<sub>11</sub> を測る

ここからは、シンプルな DUT を利用して、設定と校正と測定の、一通りの操作例を具体的に紹介します。DUT は両端に SMA コネクタがはんだ付けされているマイクロストリップ・ライン (写真 3.1) です。短い同軸ケーブルでも代用できます。片側をオープンにした状態で、もう片方から見た S<sub>11</sub> を測定します。

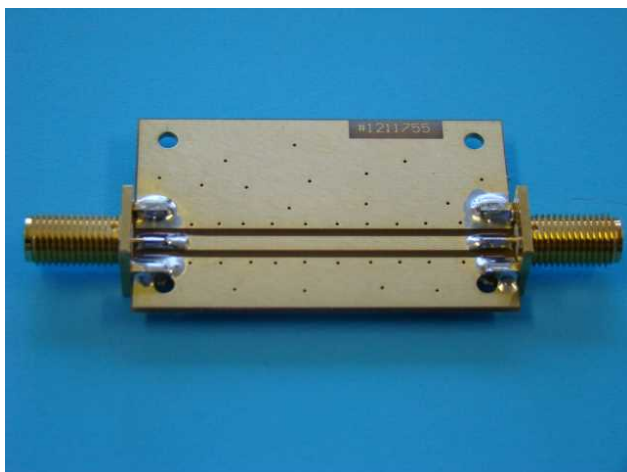


写真 3.1

#### ■ 3.4.1 測定条件

##### ● DUT

140×37 mm、厚さ 1.6 mm、FR-4 材（ガラス・エポキシ）の両面基板に形成した特性インピーダンス  $Z_0=50\Omega$  のマイクロストリップ・ラインです。両端には SMA コネクタが付きます。

##### ● VNA の測定条件

- ・ 100MHz～500MHz、101 ポイント
- ・ 周波数スケール：LIN
- ・ SWEEP：Heavy（測定点：208、FIR：46）
- ・ 校正：1-PORT
- ・ 測定：S<sub>11</sub>

#### ■ 3.4.2 測定値の初期化

PC アプリの設定をリセットするボタンは用意していません。PC アプリを起動すると、[SERVICE] ボタンによって設定する項目以外はすべて初期化されます。心配でしたら PC アプリを再起動してください。

#### ■ 3.4.3 測定条件の設定

##### ● 設定 1：画面を S<sub>11</sub> のスミス・チャートに切り替える

メイン・ボタン群の [MEAS] ボタン（図 3.8）をクリックします。S<sub>11</sub> から S<sub>22</sub> の四つのボタンのうち、アンダー・ライン表示があるボタンが現在アクティブな測定です。S<sub>11</sub> ボタンをクリックして測定の S<sub>11</sub> にします。次に、メイン・ボタン群の [FORM] ボタン（図 3.9）をクリックしてグラフをスミス・チャートにします。





図 3.8



図 3.9

● 設定 2 : 周波数の設定 (STOP : 500MHz の設定)

メイン・ボタン群の [STIMUL] ボタン (図 3.10) をクリックします。スタート周波数は初期値と同じなので省略します。[STOP] ボタンをクリックします。数字ボタン群を利用する場合は、[5] [0] [0] の順番にボタンをクリックした後に [M] ボタンをクリックすることで確定します。間違った数字ボタンをクリックしたときは [BS] ボタンで戻す事ができます。ファンクション・ボタン群の [STOP] ボタンに 500MHz が表示され、正しく設定されたことがわかります。キーボードからタイプ入力するときは 500M の後に ENTER キーを押してください。

● 設定 3 : ポイント数の設定 (POINTS : 101 の設定)

[POINTS] ボタン (図 3.11) をクリックします。数字ボタン群を利用する場合は、[1]、[0]、[1] の順にボタンをクリックし、最後に[X1]のボタンをクリックすることで確定します。ファンクション・ボタン群の [POINTS] ボタンに 101 が表示され、正しく設定されたことがわかります。キーボードからタイプ入力するときは 101 の後に ENTER キーを押してください。



図 3.10

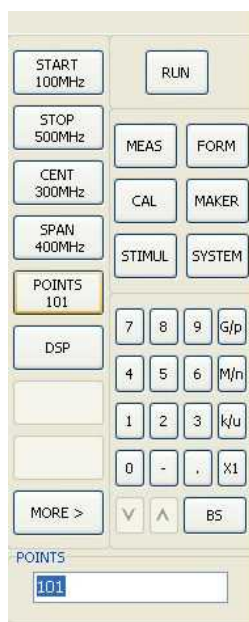


図 3.11

● 設定 4 : DSP (Sweep を Heavy に設定)

図 3.12 (a) に示す [DSP] ボタンをクリックします。設定用のウィンドウが現れます。Sweep 枠内の中から **Heavy** を選択します。そして [OK] ボタンをクリックすることで DSP の設定は完了です。

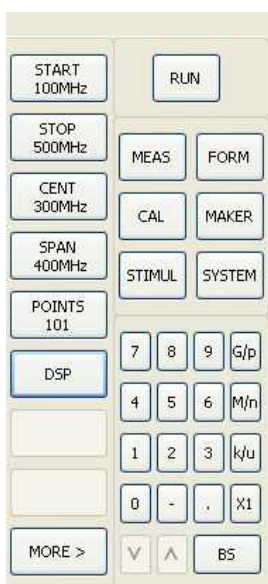


図 3.12a

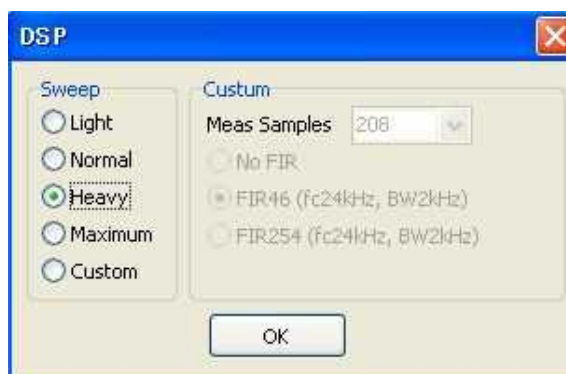


図 3.12b

● 設定 5 : FREQTYPE (LIN FREQ)

[MORE] ボタン (図 3.13) をクリックし、さらに [FREQ TYPE] ボタンをクリックします。  
[LIN FREQ] ボタンにアンダー・ラインの表示が無ければ、[LIN FREQ] ボタンをクリックします。

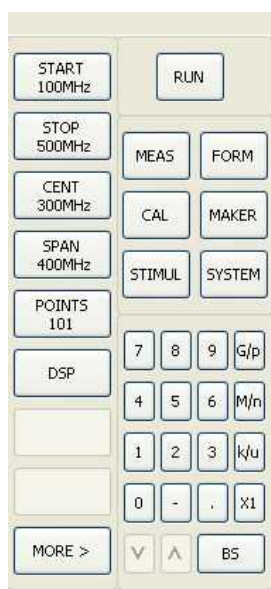


図 3.13a



図 3.13b

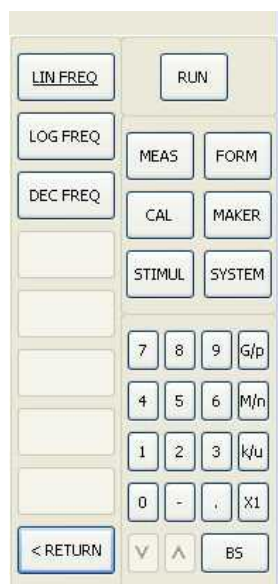


図 3.13c

■ 3.4.4 校正の操作 (1 ポート校正)

● 測定に使用する小物一式(CAL KIT(DCAL-1), 同軸ケーブル、SMA オスメス中継コネクタ)  
写真 3.2 は、本章の測定に必要な小物一式です。今回の 1 ポート校正は、Open/Short/Load 標準器を利用します。同軸ケーブルや SMA オス Thru は次のレスポンス校正 (S<sub>21</sub> 測定) で使用します。両端 SMA コネクタ付きの同軸ケーブルは United Microwave Products 社の Microflex150 シリーズを使いました。

この標準器は SMA メス・コネクタなので、DZV-1 ユニットの SMA オス・コネクタと標準器を接続するために SMA オス・オスの中継コネクタ (写真 3.3) を使用します。



写真 3.2



写真 3.3

● CAL1 : 1-PORT の選択

メイン・ボタン群の [CAL] ボタン (図 3.14) をクリックし、ファンクション・ボタン群から [1-PORT] ボタンをクリックします。

● CAL2 : Open 標準器の測定

ポート 1 に Open 標準器 (写真 3.4) を接続します。そして、ファンクション・ボタン群の [OPEN] ボタン (図 3.15) をクリックします。[OPEN] ボタンにアンダー・ラインが表示されたら測定終了です。



図 3.14

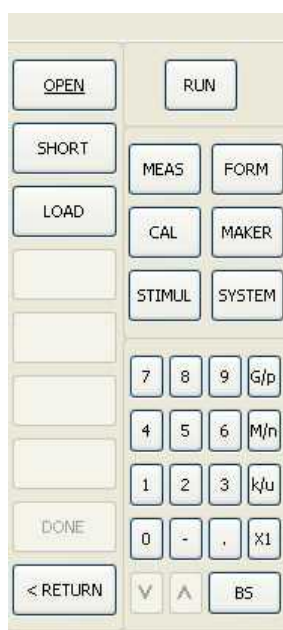


図 3.15



写真 3.4

● CAL3 : Short 標準器の測定

ポート 1 を Short 標準器に交換します。そして、ファンクション・ボタン群の [SHORT] ボタン (図 3.16) をクリックします。[SHORT] ボタンにアンダー・ラインが表示されたら測定終了です。

● CAL4 : Load 標準器の測定と完了の操作

ポート 1 を Load 標準器に交換します。そして、ファンクション・ボタン群の [LOAD] ボタンをクリックします。[LOAD] ボタンにアンダー・ラインが表示されたら測定終了です。

Open、Short、Load の測定が終了すると [DONE] ボタン (図 3.17) がアクティブになります。[DONE] ボタンをクリックします。

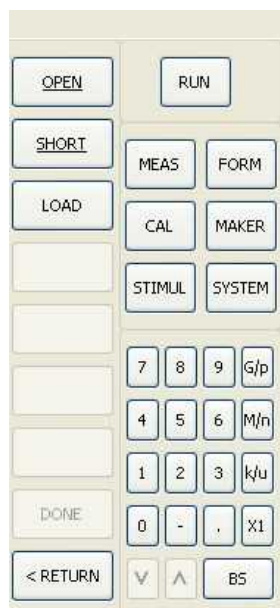


図 3.16



図 3.17

### ● CAL5 : 校正完了の確認

[DONE] ボタンをクリックすると 1 回だけ補正した測定を行います。Load 標準器を接続したままの状態だと思いますので、その測定結果はスミス・チャートの中央に集まると思います。

図 3.18 は [DONE] ボタンをクリックした直後の画面です。測定結果は中央に集まっています。もし、中央に集まらなければ、ここまでの操作のどこかに間違いがあります。

図 3.18 はスミス・チャートを拡大表示しています。拡大するには、マウス・カーソルをスミス・チャートの表示エリアに移動して、マウス・ホイールを回転すると拡大／縮小ができます。

また、マウス右ボタンを押しながらマウス・カーソルを動かすと、スミス・チャートのグラフがマウスに追従して移動します。

校正が完了すると、ファンクション・ボタン群の一番上のボタン表示が [CORR ON 1-POINT] (図 3.19) になります。



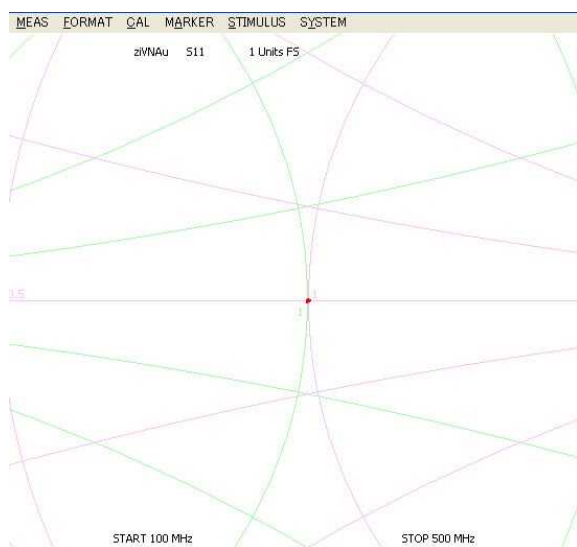


図 3.18



図 3.19

### ■ 3.4.5 Open 標準器と Short 標準器の $S_{11}$ を測定してみる

DUT を測定する前に、校正に利用した Open 標準器と Short 標準器の  $S_{11}$  を測定してみます。ポート 1 に Open 標準器を接続して [RUN] ボタンをクリックし、測定を開始します。結果を図 3.20 に示します。スミス・チャートの右端 ( $\text{Real}=+1$ 、 $\text{Image}=0$ ) の座標に測定値が集まります。また、ポート 1 に Short 標準器を接続して測定した結果を図 3.21 に示します。スミス・チャート左端 ( $\text{Real}=-1$ 、 $\text{Image}=0$ ) の座標に集まります。

Open 標準器や Short 標準器を利用して、正しく補正されたことを確認できました。

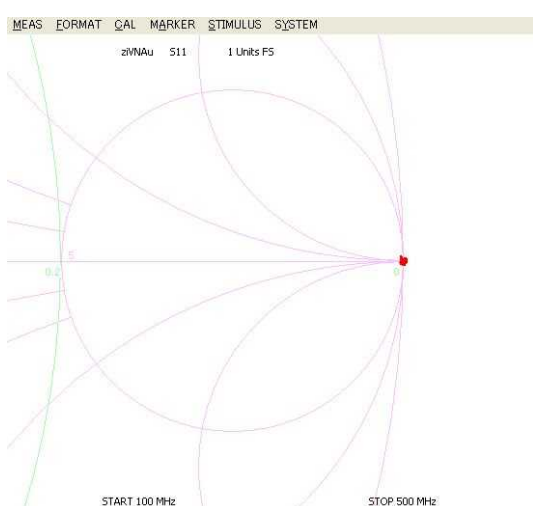


図 3.20

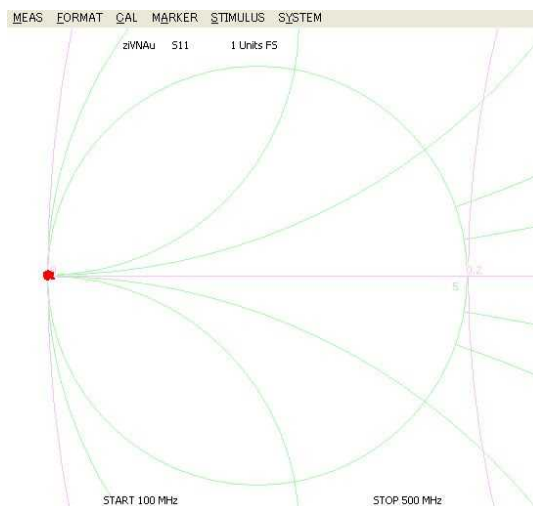


図 3.21

### ■ 3.4.6 マイクロストリップ・ラインの $S_{11}$ を測る

●スミス・チャート表示で  $S_{11}$  を測定する

マイクロストリップ・ラインの  $S_{11}$  を測定します。写真 3.5 を見てください、ポート 1 にマイクロストリップ・ラインを接続し、もう片方は何も接続しません。グラフは引き続きスミス・チャートにします。

[RUN] ボタンをクリックし、測定を開始します。図 3.22 が測定結果です。マイクロストリップ・ラインや同軸ケーブルの片方をオープンにした状態で  $S_{11}$  を測定すると、スミス・チャートの外周に沿った軌跡になります。

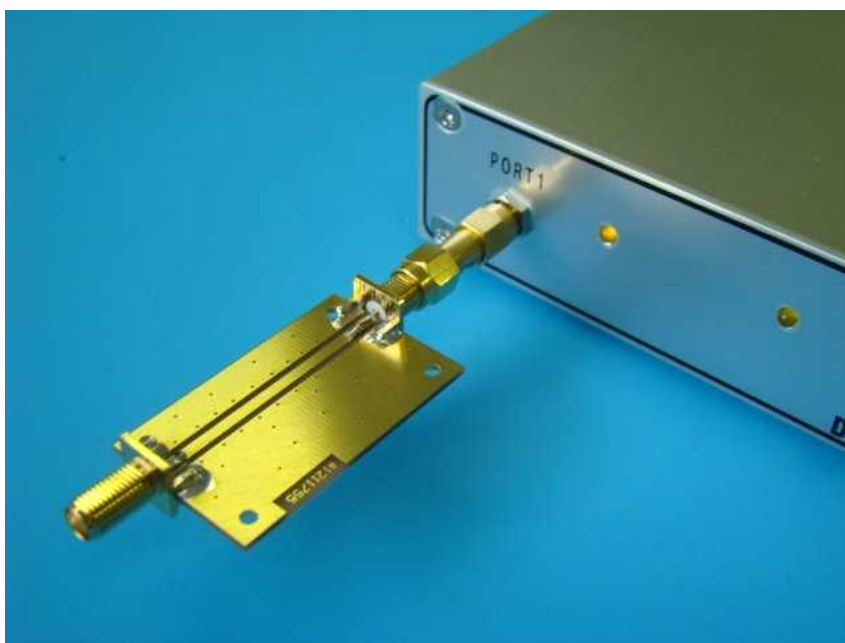


写真 3.5

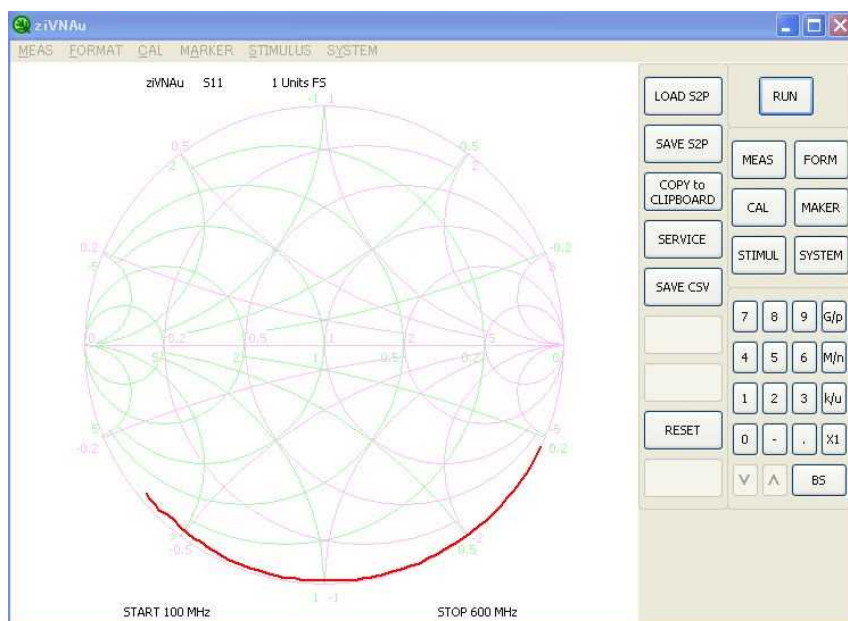


図 3.22



## ● マーカの操作

マーカで 300MHz の抵抗値とリアクタンス値を表示してみます。

→MARKER 1 の表示 ON [HOLD] ボタンをクリックするか、グラフ表示エリアでマウス左ボタンをクリックすることで測定が中断します。メイン・ボタン群の [MAKER] ボタンをクリックします。続いてファンクション・ボタン群の [MARKER1] ボタンをクリックします。すると図 3.23 のようにスタート周波数である 100MHz に水色の逆三角形のマーカが表示され、入力フィールドに 100MHz のテキストが表示されます。画面上部には 100MHz のマーカ情報が表示されます。

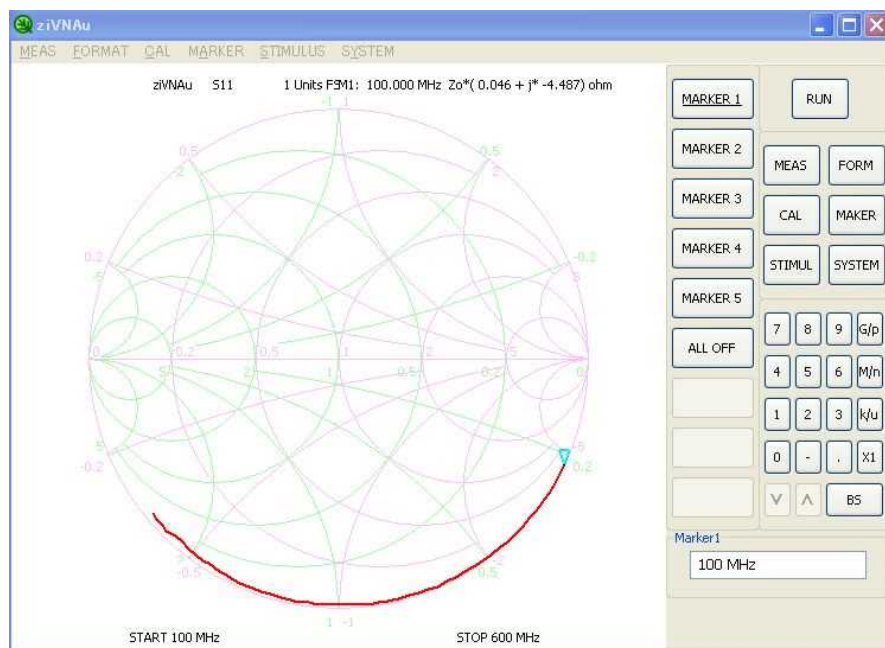


図 3.23

→MARKER1 の抵抗値とリアクタンス値

図 3.23 において、100MHz の抵抗とリアクタンスは  $Z_0 * (29.540m + j * -1.569)$  ohm と表示されています。

このスミス・チャートは  $50\Omega$  で正規化していますので、 $Z_0 = 50\Omega$  です。29.540m と -1.569 は、スミス・チャートのスケールを読んだ値であり、実際には  $50\Omega$  の乗算した値が抵抗値とリアクタンス値です。つまり 100MHz の抵抗値は  $29.540m \times 50\Omega = 1.477\Omega$  です。またリアクタンス値は  $-1.569 \times 50\Omega = -78.45\Omega$  です。

→MARKER1 を 300MHz に移動 (その 1)

マウス左ボタンを押しながらマウスを動かすと逆三角形のマーカが追従します。狙う 300MHz は、マウスの左ボタンを時々アップすることで画面上のマーカ情報の周波数が表示されます。また入力フィールドにもマーカ周波数が表示されます。これで 300MHz にマーカを移動してください。

→MARKER1 を 300MHz に移動 (その 2)

逆三角形のマークが水色のときは入力フィールドにその周波数が表示されています。

それを“300M”に修正して、ENTER キーを押すことで、マークは 300MHz に移動します。

#### ● LOG MAG 表示で S<sub>11</sub> からを測定する

次に写真 3.6 に示すようにマイクロストリップ・ラインに 50Ω の終端器を接続します。そして LOG MAG グラフで S<sub>11</sub> の周波数特性を測定してみます。ちなみに、グラフの種類を変更しても校正は OFF になりません。心配でしたら、メイン・ボタン群の [CAL] ボタンをクリックして、ファンクション・ボタン群の一番上のボタン表示を確認します。[CORRON S<sub>11</sub> 1-PORT] になっていれば校正は引き続き ON の状態です。

表示をスミス・チャートから LOG MAG に変更します。メイン・ボタン群から [FORM] ボタンをクリックし、ファンクション・ボタン群の [LOG MAG] ボタンをクリックします。そして [RUN] ボタンをクリックすると測定が始まります。測定結果を図 3.24 に示します。

このマイクロストリップ・ラインのリターン・ロスの性能は約 42dB というところです。

S<sub>11</sub> を 1-PORT 校正しているので、S<sub>11</sub> を測定している限り、DELAY を測定しても、SWR を測定しても、校正 ON の状態は継続します。

以上で 1-PORT の校正と S<sub>11</sub> を測定するための一通りの操作に触れました。



写真 3.6

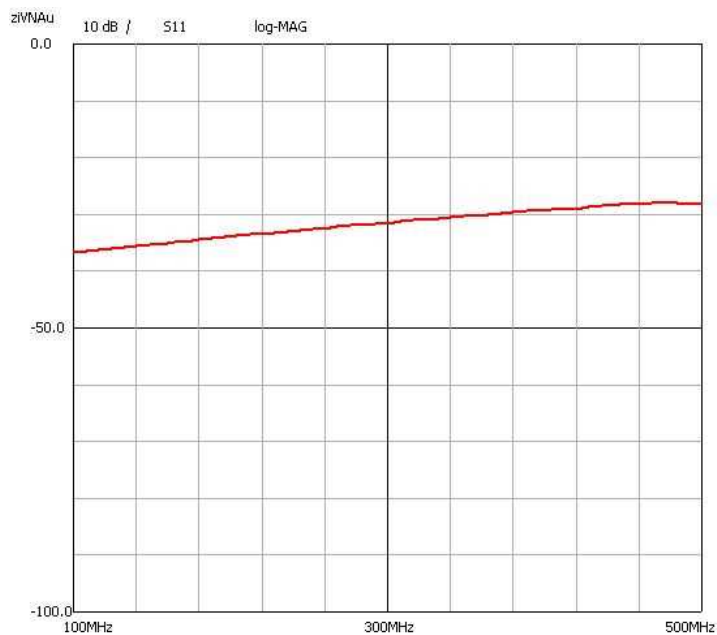


図 3.24

### 3. 5 各校正の操作手順

ここでは、1-PORT 校正以外の操作手順を紹介します。用意する小物は、先の写真 3.2 に示した SMA メス Open/Short/Load/Thru の各標準器、SMA オスメス中継コネクタ、そして両端 SMA オス-コネクタ付き同軸ケーブルです。

ここでは S11 と S21 の校正を紹介しますが、S11 を S22 に、S21 は S12 に置き換えて読めば S22 や S12 の校正操作手順になります。



写真 3.2

### ■ 3.5.1 レスポンス校正 (S<sub>21</sub>)

S<sub>21</sub>におけるレスポンス校正の操作手順です。校正のときに利用するグラフは、接続不良が判別しやすいLOG MAGが良いと思います。

- CAL1 : 測定を S<sub>21</sub> に変更

メイン・ボタン群の [MEAS] ボタン (図 3.25) をクリックし、ファンクション・ボタン群 S<sub>21</sub> ボタンをクリックします。

- CAL2 : RESP の選択

メイン・ボタン群の [CAL] ボタン (図 3.26) をクリックし、ファンクション・ボタン群の [RESP] ボタンをクリックします。



図 3.25

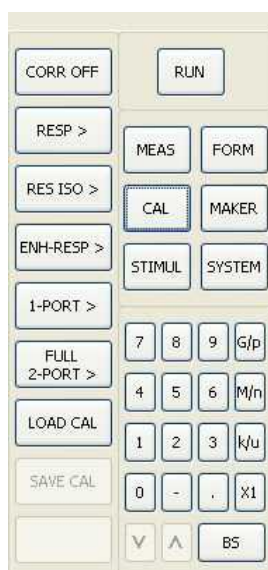


図 3.26

- CAL3 : Thru 標準器の測定

写真 3.7 の示すようにポート 1 から SMA オスーマス中継コネクタ、Thru 標準器、同軸ケーブルを経由してポート 2 に接続します。そして、ファンクション・ボタン群の [THRU] ボタン (図 3.27) をクリックし、Thru 標準器を測定します。

- CAL4 : 校正の完了操作

[DONE] ボタン (図 3.27) をクリックして校正終了です。



写真 3.7



図 3.27

### ■ 3.5.2 レスポンス&アイソレーション校正 (S21)

S21におけるレスポンス校正に、アイソレーション校正を追加した校正です。校正のときに利用するグラフは、レスポンス校正と同様に、接続の不良が判別しやすいLOG MAGが良いと思います。

#### ● CAL1：測定を S21 を選択

メイン・ボタン群の [MEAS] ボタンをクリックし、ファンクション・ボタン群の [S21] ボタンをクリックします。

#### ● CAL2：校正は RES IOS を選択

メイン・ボタン群の [CAL] ボタンをクリックし、ファンクション・ボタン群の [RES ISO] (図 6.28) をクリックします。



図 3.28

### ● CAL3 : Thru 標準器の測定

レスポンス校正と同様に、ポート 1 から SMA オスーオス中継コネクタ、Thru 標準器、同軸ケーブルを経由してポート 2 に接続します。写真 3.7 がそのようすです。そしてファンクション・ボタン群の [THRU] ボタン（図 3.29）をクリックし、Thru 標準器を測定します。



写真 3.7



図 3.29

### ● CAL4 : アイソレーションの測定

写真 3.8 に示すように、ポート 2 への Load 標準器を接続します。そして、ファンクション・ボタン群の [ISOL'N] ボタン (図 3.30) をクリックし、アイソレーションを測定します。

● CAL5 : 校正の完了操作

[DONE] ボタン (図 3.30) をクリックして RES ISO 校正を完了します。

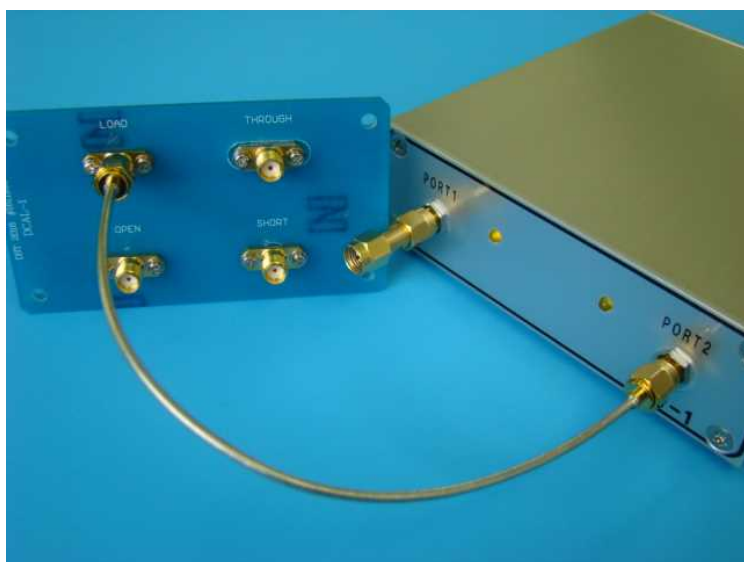


写真 3.8



図 3.30

■ 3.5.3 エンハンスド・レスポンス校正 ( $S_{11}$ ,  $S_{21}$ )

$S_{11}$ 、 $S_{21}$  両方の測定に補正する校正です。校正のときに利用するグラフは、校正中の測定グラフから標準器の接続ミスがわかりやすいスミス・チャートが良いと思います。

Thru 標準器でポート 1 とポート 2 を接続するので、SMA オス・コネクタ付同軸ケーブルが必要です。

● CAL1 : 測定は  $S_{11}$  を選択

メイン・ボタン群の [MEAS] ボタンをクリックし、ファンクション・ボタン群の [ $S_{11}$ ] ボタンをクリックします。

● CAL2 : 校正は ENH-RESP を選択

メイン・ボタン群の [CAL] ボタンをクリックし、ファンクション・ボタン群の [ENH-RESP] ボタン (図 3.31) をクリックします。





図 3.31

### ● CAL3 : Open 標準器の測定

写真 3.9 に示すようにポート 1 へ Open 標準器を接続します。そして、ファンクション・ボタン群の [OPEN] ボタン (図 3.32) をクリックします。[OPEN] ボタンにアンダー・ラインが表示されたら測定完了です。



写真 3.9



図 3.32



● CAL4 : Short 標準器の測定

ポート 1 を Short 標準器に交換し、[SHORT] ボタンをクリックします。要領は Open 標準器の測定と同じです。

● CAL5 : Load 標準器の測定

ポート 1 を Load 標準器に交換し、[LOAD] ボタンをクリックします。要領は Open 標準器の測定と同じです。

● CAL6 : Thru 標準器の測定

写真 3.10 に示すようにポート 1 を Thru 標準器に交換し、さらに同軸ケーブルを経由してポート 2 に接続します。そして [THRU] ボタンをクリックします。



写真 3.10

● CAL7 : アイソレーションの測定

写真 3.11 に示すようにポート 2 への Load 標準器を接続します。そして [ISOL'N] ボタン（図 3.33）をクリックします。

● CAL8 : 校正の完了操作

[DONE] ボタン（図 3.33）をクリックしてエンハンスド・レスポンス校正を完了します。

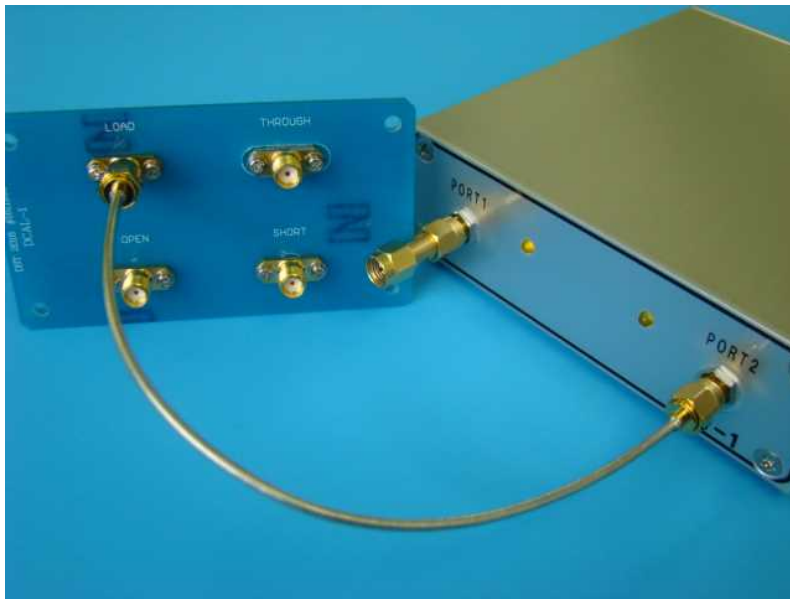


写真 3.11



図 3.33

### ■ 3.5.4 FULL 2-PORT 校正

$S_{11}$ 、 $S_{21}$ 、 $S_{12}$ 、 $S_{22}$  すべての測定を補正する校正です。校正のときに利用するグラフは、エンハスト・レスポンス校正と同様に、校正中の測定グラフから標準器の種類の間違いがわかりやすいスミス・チャートが良いと思います。

Thru 標準器でポート 1 とポート 2 を接続するので、SMA オス・コネクタ付き同軸ケーブルが必要になります。

測定する S パラメータはどれを選択しても大丈夫ですが、一応  $S_{11}$  を選択してください。

この組み合わせでソフトウェアを検証していることが多いためです。

#### ● CAL1：校正は FULL2-PORT を選択

メイン・ボタン群の [CAL] ボタン（図 3.34）をクリックし、ファンクション・ボタン群の [FULL2-PORT] ボタンをクリックします。さらに、ファンクション・ボタン群の [REFLECT'N] ボタンをクリックします。



図 3.34a



図 3.34b

### ● CAL2 : FWD Open 標準器の測定

ポート 1 に Open 標準器と接続します。接続はエンハンスド・レスポンスと同じ (写真 3.9) です。そして [FED OPEN] ボタン (図 3.35) をクリックします。[FED OPEN] ボタンにアンダー・ラインが表示されたら測定終了です。



写真 3.9

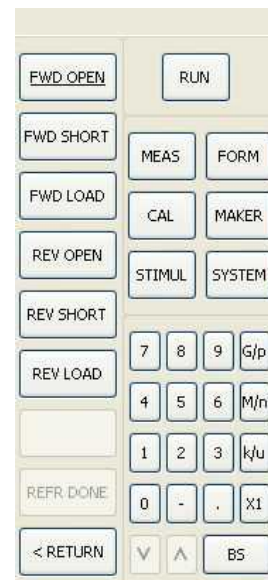


図 3.35

● CAL3 : FWD Short、FWD Load 標準器の測定

ポート 1 を Short 標準器に交換し、[FWD SHORT] ボタンをクリックします。そして、ポート 1 を Load 標準器に交換し、[FWD LOAD] ボタンをクリックします。

要領は Open 標準器の測定と同じです。

● CAL4 : REV Open、Short、Load 標準器の測定

写真 3.10 を示すようにポート 2 へ Open 標準器を接続します。そして [REV OPEN] ボタンをクリックします。次に、ポート 2 を Short 標準器に交換し、[REV SHORT] ボタンをクリックします。そして、ポート 2 に Load 標準器に接続して [REV LOAD] ボタンをクリックします。

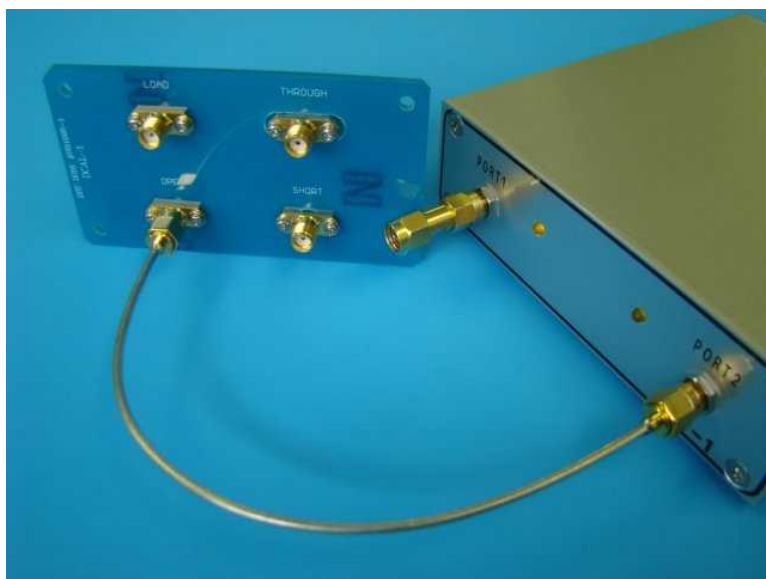


写真 3.10

● CAL5 : REFLECTIO'N 測定の完了

FWD Open から全部で 6 個の測定を終えると [REFR DONE] ボタン (図 3.36) がアクティブになります。[REFR DONE] ボタンをクリックして Open、Short、Load 標準器による測定を完了します。



図 3.36

### ● CAL6 : Thru 標準器の接続

ファンクション・ボタン群の [TRANSM'NISOL'N] ボタン (図 3.37) をクリックします。そして写真 3.12 に示すように、ポート 1 とポート 2 の間に Thru 標準器を接続します。接続はエンハンスド・レスポンスと同じです。



写真 3.12



図 3.37

● CAL7 : Thru 標準器の測定

ファンクション・ボタン群の [FWD TRANS THRU] ボタン (図 3.38) をクリックします。

次に、[FWD MATCH THRU] ボタンをクリックします。続いて [REV TRANS THRU]

ボタンをクリックします。そして、[REV MATCH THRU] ボタンをクリックします。

ここまで接続を変えずに行います。ここまで操作すると、[TRAN DONE] ボタンがアクティブになります。

もし、アイソレーションの測定を省略する場合は、[TRAN DONE] ボタンをクリックします。今回はアイソレーションも校正するので、この時点では [DONE] ボタンはクリックしません。

● CAL8 : アイソレーションの測定

写真 3.13 に示すようにポート 2 へ Load 標準器を接続します。そして [FWD ISOL'N] ボタンをクリックします。次に写真 3.14 のようにポート 1 へ Load 標準器を接続します。そして

[REV ISOL'N] ボタンをクリックします。

● CAL9 : TRANSM'NISOL'N の校正の完了

[TRAN DONE] ボタンをクリックして TRANSM'NISOL'N 測定を完了します。

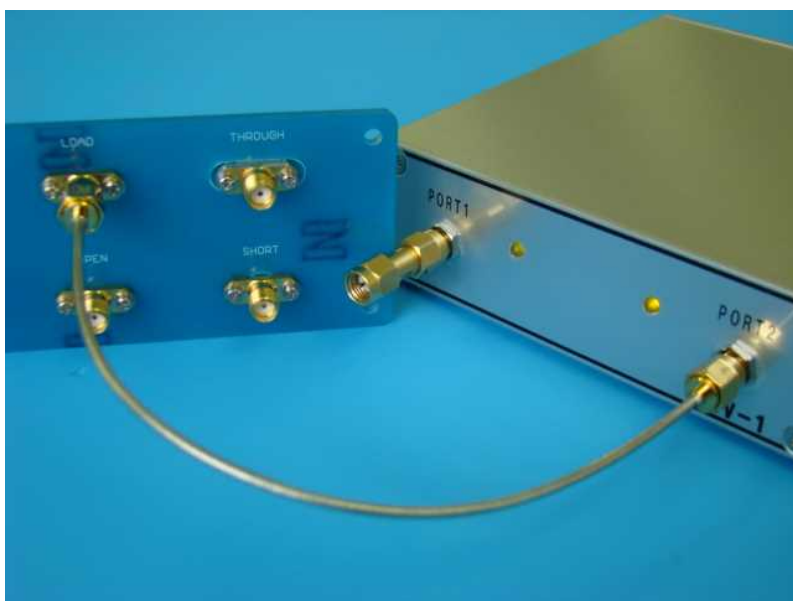


写真 3.13

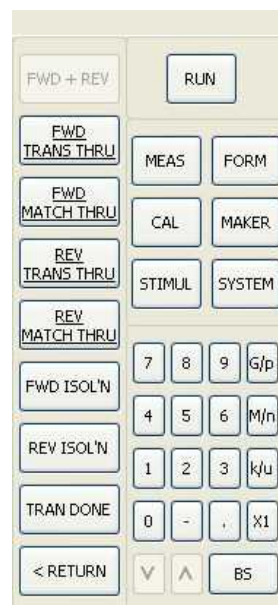


図 3.38

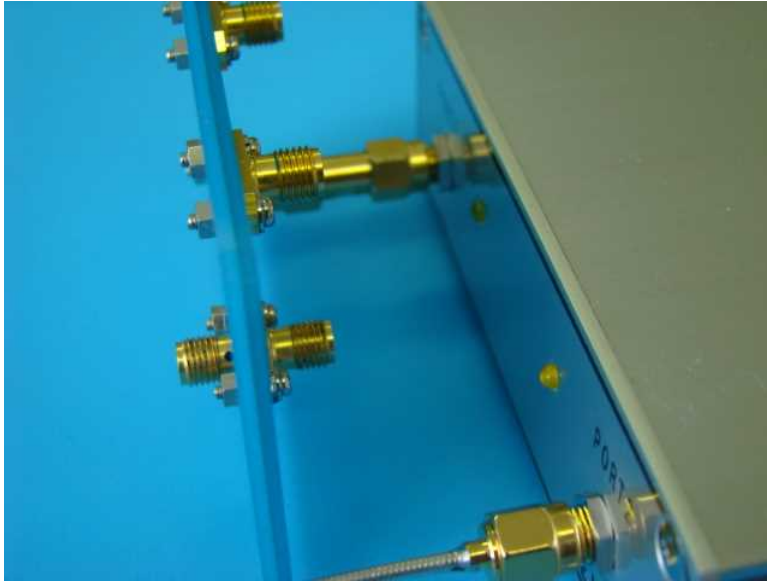


写真 3.14

● CAL10 : フル 2 ポート校正の完了

[FUL2 DONE] ボタン (図 3.39) をクリックしてフル 2 ポート校正を完了します。



図 3.39



### ■ 3.5.5 校正の補足説明

#### ● 校正を選ぶポイント

→アイソレーション校正

アイソレーション校正を選択できる場合、選択しない時よりダイナミック・レンジが良くなります。本ユニットの裸の特性が良いわけではないためと思われます。

→S11、S22 レスポンス校正と 1 ポート校正

S11 または S22 のレスポンス校正では不十分に感じることもあると思います。これも本ユニットの裸の特性に関係します。それゆえ、S11 と S22 の測定には 1 ポート校正がおすすめです。

→フル 2 ポート校正とエンハンスド・レスポンス校正

フル 2 ポート校正をした測定は、ポート 1 を信号源にして測定を行い、次にポート 2 に切り替えて測定を行い、それからグラフに特性を表示します。つまり時間が掛かります。

S11 と S21 だけ測定する場合は、エンハンスド・レスポンス校正がおすすめです。

#### ● 校正のときに選択するグラフ

校正のときの表示グラフに制限はありません。例えば SWR を測定することが目的で 1-PORT を校正する場合、スミス・チャートを表示していても問題ありません。校正が終わった後に目的のグラフに切替れば OK です。

→S11、S22 の校正

S11、S22 の校正の校正には、スミス・チャートが良いと思います。それは、校正中の測定グラフから標準器の接続ミスがわかりやすいからです。例えば、Open 標準器を測定するときはスミス・チャートの右側に寄っている結果が表示されるはずですが、右側に寄っていなければ、ほかの標準器を間違えて接続したことがわかります。校正中の測定データは校正 OFF の状態の測定結果になりますが、おおよその判別はできると思います。

→S21、S12 の校正

S21、S12 の校正のときに利用するグラフは、LOG MAG が良いと思います。S21、S12 の校正は、スルー標準器を利用した伝達ロス 0dB 付近の測定する校正なので、断線がわかりやすいと思います。

→注意

校正中にほかのグラフに切り替えると、今まで校正してきた測定データがリセットされてしまいます。校正中はグラフを切り替えないでください。

#### ● [RETURN] ボタンをクリックすると校正途中のデータはリセット

校正中に、ファンクション・ボタン群の [RETRUN] ボタンをクリックして校正のメニューから抜け出してしまうと、校正途中の測定データはリセットされてしまいます。

再び同じ校正画面に戻ってきたときに各ボタンのアンダー・ラインが消えているので、途中まで実施した校正のデータがリセットされたことがわかると思います。

#### ● 最後に必ず [DONE] ボタンをクリックする

[DONE] ボタンをクリックすることで、そのファンクション・ボタン群の測定が確定し、測定



した校正データは有効になります。[DONE] ボタンを押さないと、校正データはリセットされてしまいます。

#### ● 標準器の校正順番

標準器を校正する順番に指定はありません。

例えば、1-PORT 校正の説明では、Open 標準器の測定を最初に行いましたが、最後まで問題ありません。クリックするボタンと対応する標準器を間違えなければ、順番はありません。

#### ● 同じボタンを 2 回おしても問題ありません

校正中に話しかけられたりすると、どの標準器まで測定したかわからなくなることもあると思います。アンダー・ライン表示されているボタンをもう一度クリックして測定しても問題ありません。最後に測定したデータが有効になります。

#### ● 校正の前に S パラメータを選択

→レスポンス校正と 1 ポート校正

校正をする前に対象の S パラメータの測定をする状態にしてください。例えば S<sub>22</sub> と S<sub>12</sub> で一組です。S<sub>11</sub> と S<sub>21</sub> の組み合わせを校正するときは、校正前に S<sub>11</sub> または S<sub>21</sub> の組み合わせを校正するときは、校正前に S<sub>11</sub> または S<sub>21</sub> どちらかを測定する状態にしてください。S<sub>22</sub> または S<sub>12</sub> の組み合わせは、S<sub>22</sub> または S<sub>12</sub> どちらかを測定する状態にしてください。

→フル 2 ポート校正

どの S パラメータを測定する状態でも問題にならないようにプログラムを作ったつもりですが、一応、校正前に S<sub>11</sub> を測定する状態にしてください。S<sub>11</sub> を設定した状態でプログラムの検証をすることが多いからです。

### 3. 6 ユニットを壊さないための注意事項

#### ■ 3.6.1 ポート 1 とポート 2

##### ● 耐久力

0dBm を入力しても壊れたことはありませんが、それを超える入力は経験がありません。

壊れるとすると、DDS-RF (IC<sub>10</sub>) だと思います。

ポートから接続しているのはミキサ (SA612A) と DDS-RF (IC<sub>10</sub>) です。ミキサは入力専用でしかもポートからミキサ入力まで 35dB の減衰があります。それに対して DDS-RF は信号を出力していて、結構ぎりぎりまで絞り出しています。そこに逆流で IC に信号が流れ込むわけです。ポートから DDS-RF までは 8dB 減衰しますが、ミキサより不利だと思います。

−15dB を超えると A-D コンバータの入力が飽和するので正しい測定はできません。

##### ● 静電気

静電気の保護回路を設けていません。サイズの大きいアンテナは (HF 帯のアンテナなど) をポートに接続するときは、事前に必ず静電気を逃してください。これも DDS-RF を壊す恐れがあります。

## ● DC 入力

ポートは DC 的に  $50\Omega$  でグラウンドに落ちています。これはブリッジ回路によるものです。DC をポートに加えると、ブリッジ回路の固定抵抗器 ( $1/10W$ ) を破損する恐れがあります。必ず DC カットしてからポートに接続してください。

## ■ 3.6.2 USB 5V

プラスとマイナスを逆に接続したときの保護回路は設けていません。実験用電源から供給するような時は極性に注意してください。

## 4. 保証

納入後 1 年経過までの期間に製造者の製造上、設計上の不適切さによる瑕疵が発見された場合は製造者の責任において修理もしくは交換をおこなうものとします。

## 5. その他

5.1. 本製品は CMOS デバイスを使用しておりますので静電気により損傷を受けやすい場合があります。

5.2. ポートには過電圧、過大入力を与えないでください。損傷することがあります。損傷した場合は 4. の保証の限りではありません。有償にての修理となります。

- ・ 本マニュアルの記載事項は予告なく変更する場合がございます。
- ・ 使用者が事故などによる損害が生じた場合当社では一切の責任を負いません。
- ・ 本マニュアル記載の回路等の使用に起因する第三者の工業所有権に関して当社では その責任を負いません。

株式会社ディエステクノロジー