

宇宙開発研究同好会活動記録

2019/10/24

作成

本日は同軸ケーブルを考慮したキャリブレーション方法の見直しと VVF ケーブルの長さ
と特性の関係を nanoVNA にて記録しました。

実験のために用意したもの

- nanoVNA
- VVF ケーブル

キャリブレーションは以下の手順で行いました。

1. キャリブレーションの OPEN 選択時に同軸ケーブルを剥き芯線と網線で分けた状態のものを接続し選択しました。
2. キャリブレーションの SHORT 選択時に同軸ケーブルの芯線と網線を接続させたものを接続し選択しました。
3. キャリブレーションの LOAD 選択時に同軸ケーブルの芯線と網線の間にはリード線を切断した 51Ω の抵抗を接続させたものを接続し選択しました。
4. キャリブレーションの ISOLN 選択時に CH0 にオープンコネクタ、CH1 に 3 で使用した 51Ω の抵抗を接続させた同軸ケーブルを接続し選択しました。
5. キャリブレーションの THRU 選択時に CH0 と CH1 をケーブルで繋ぎ選択しました。

実験を行った環境の写真を示します。



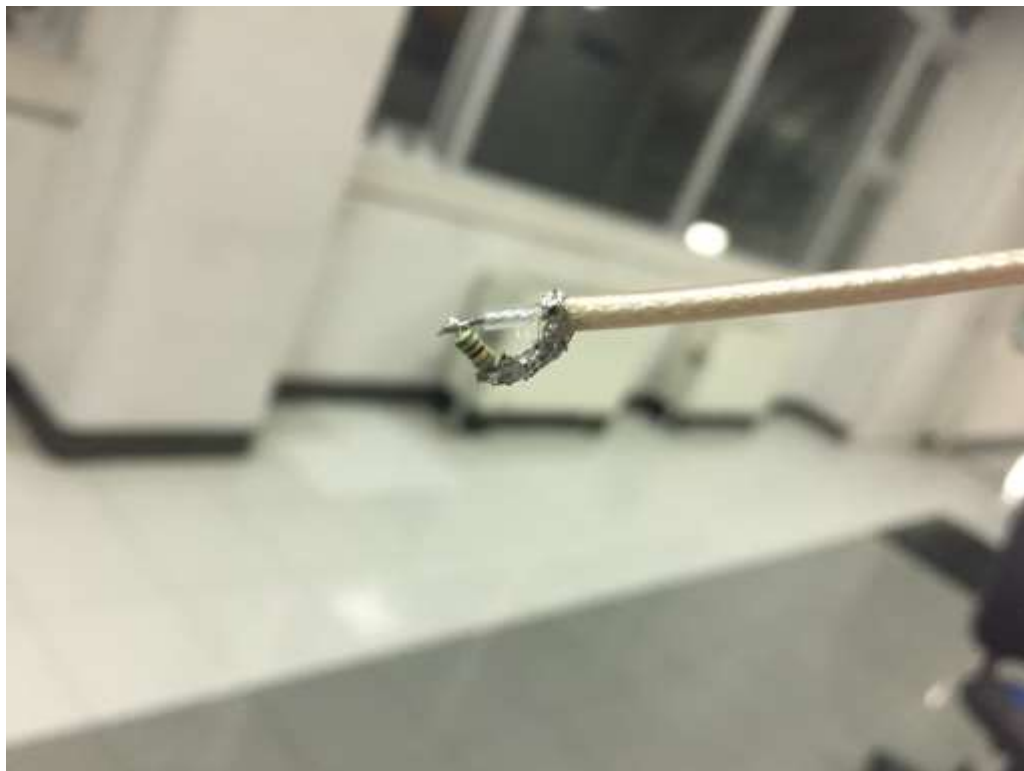
キャリブレーションの OPEN 時に接続した同軸ケーブルの状態を示します。



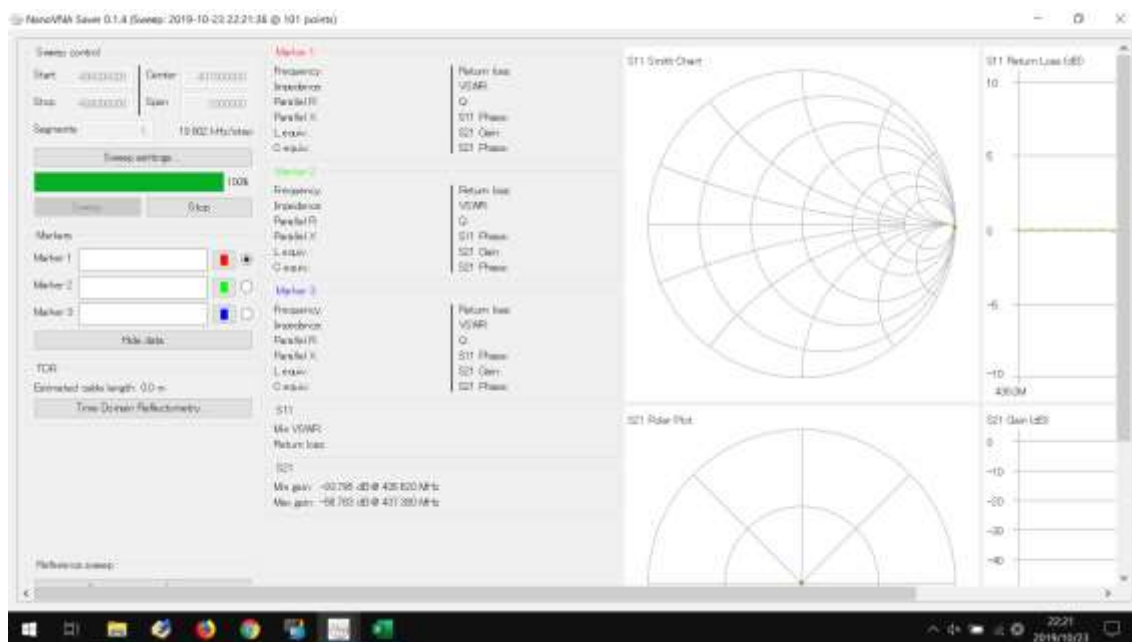
キャリブレーションの SHORT 時に接続した同軸ケーブルの状態を示します。



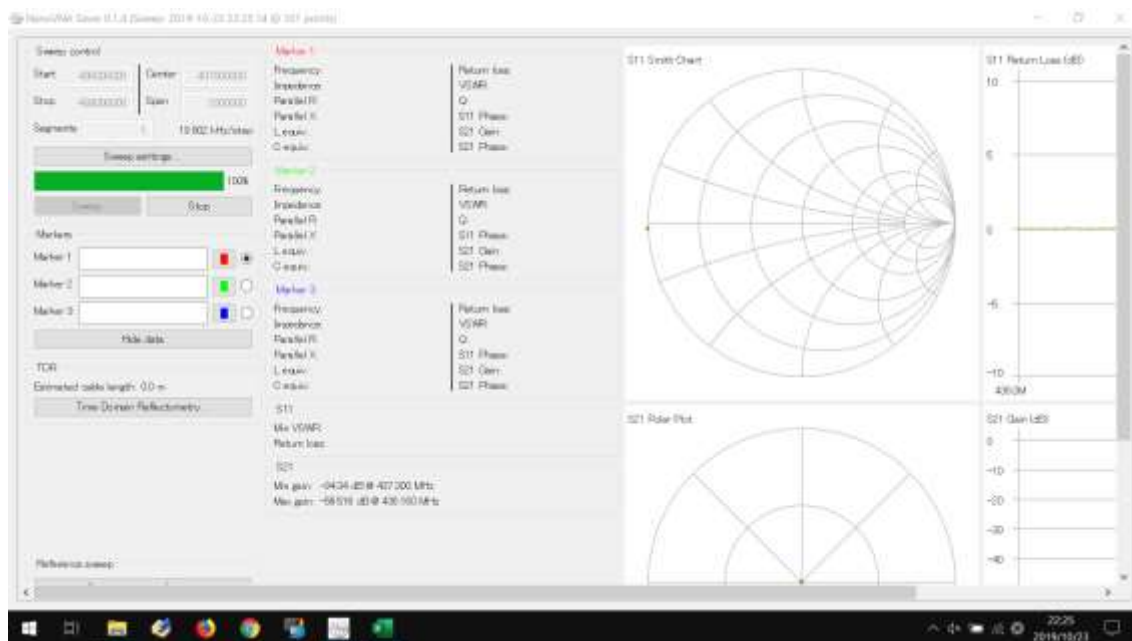
キャリブレーションの LOAD 時に接続した同軸ケーブルの状態を示します。



キャリブレーション後に OPEN 時に接続した同軸ケーブルを接続した時のスミスチャートの様子を示します。



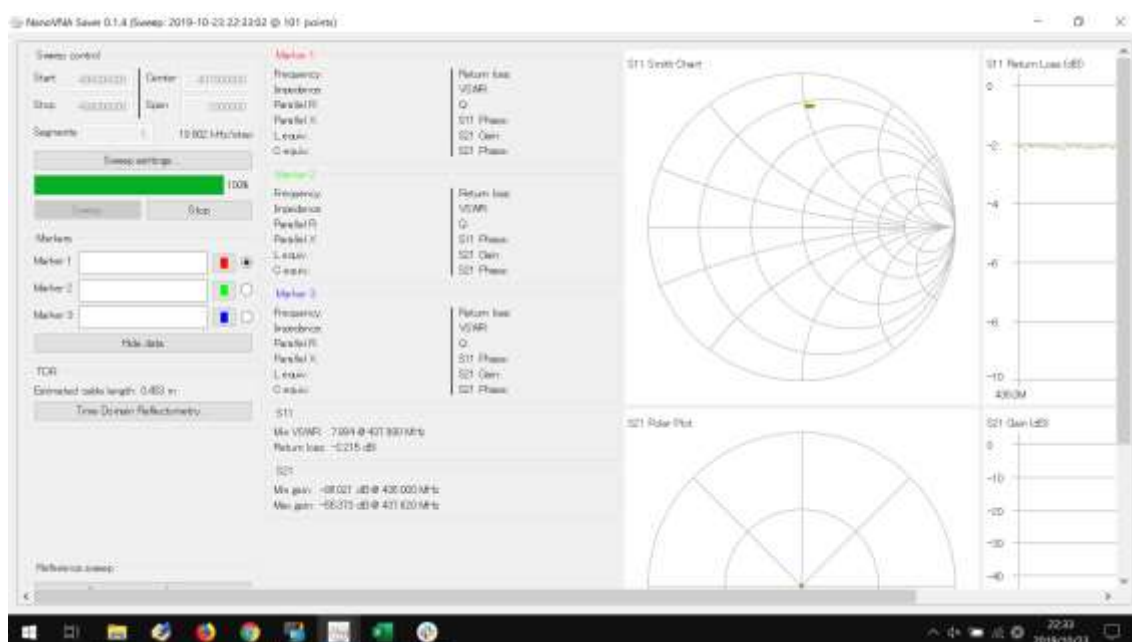
キャリブレーション後に SHORT 時に接続した同軸ケーブルを接続した時のスミスチャートの様子を示します。



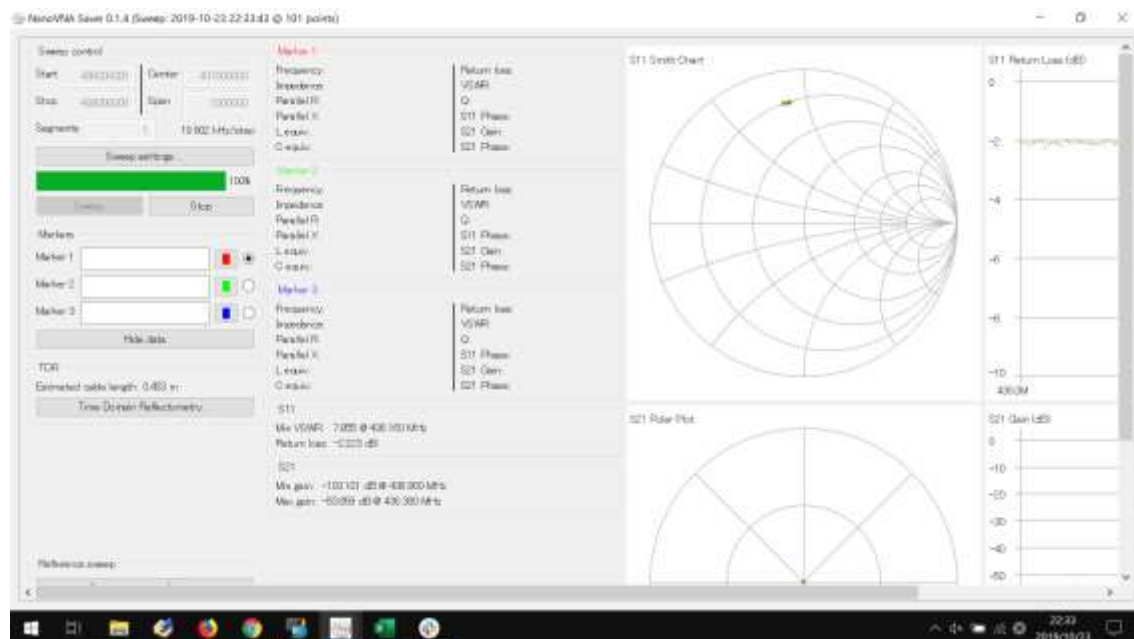
VVF ケーブルと同軸ケーブルを接続したときの接続部の様子を示します。



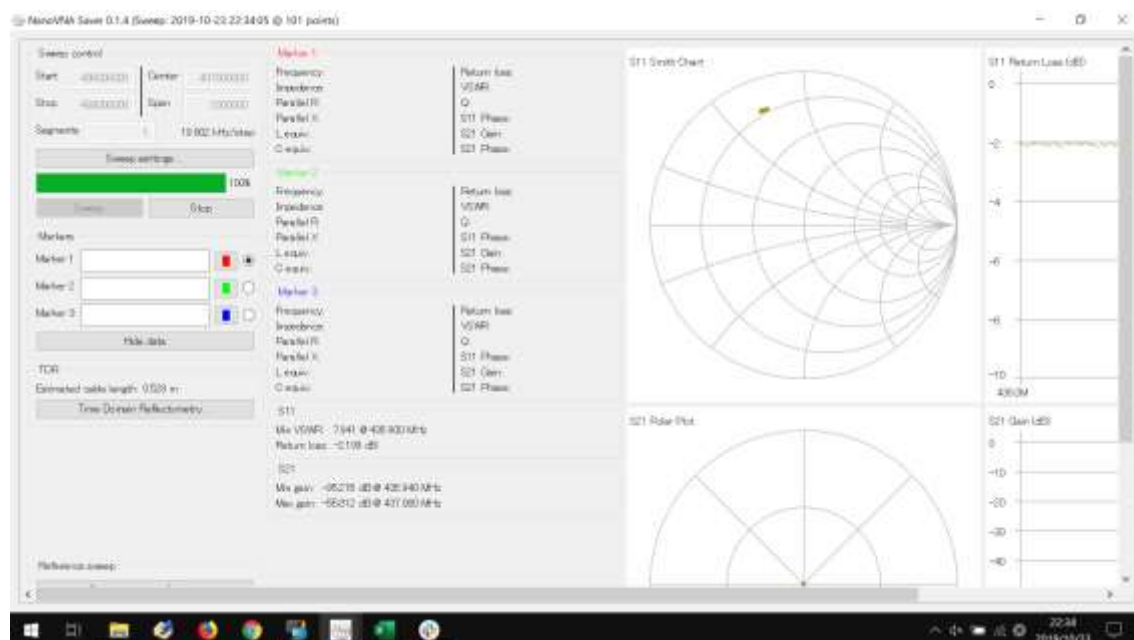
350mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



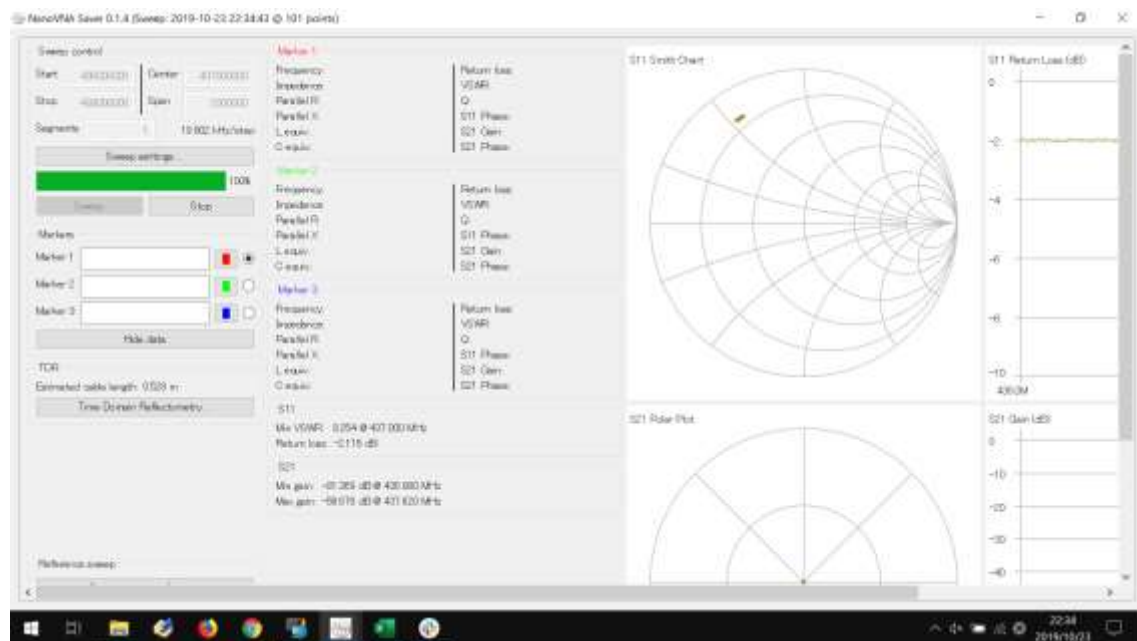
345mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



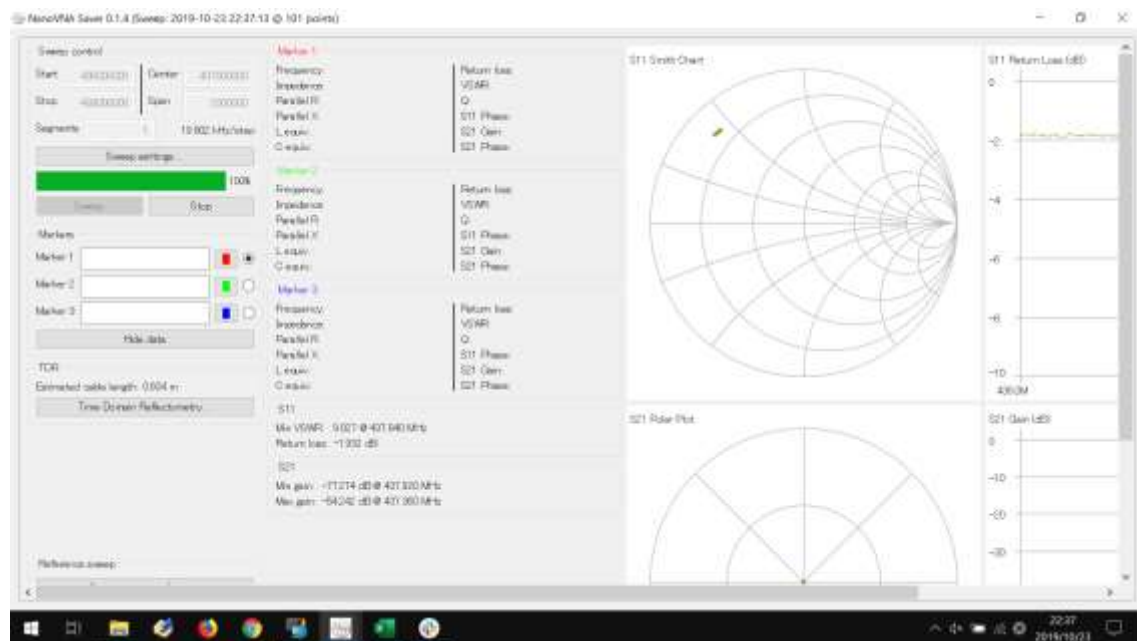
340mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



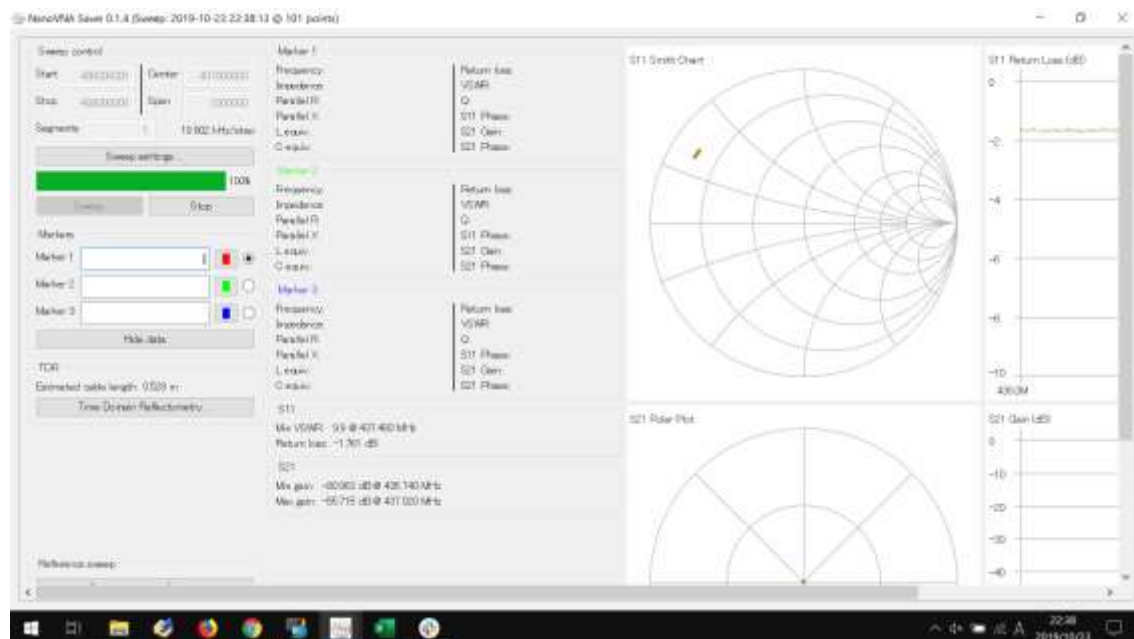
335mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



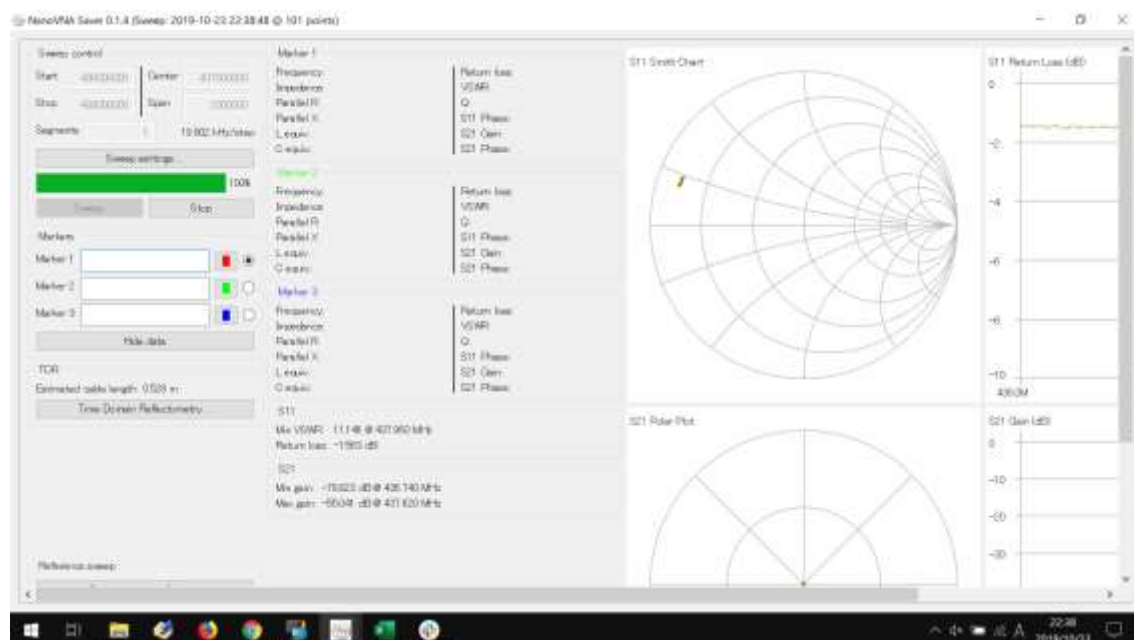
330mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



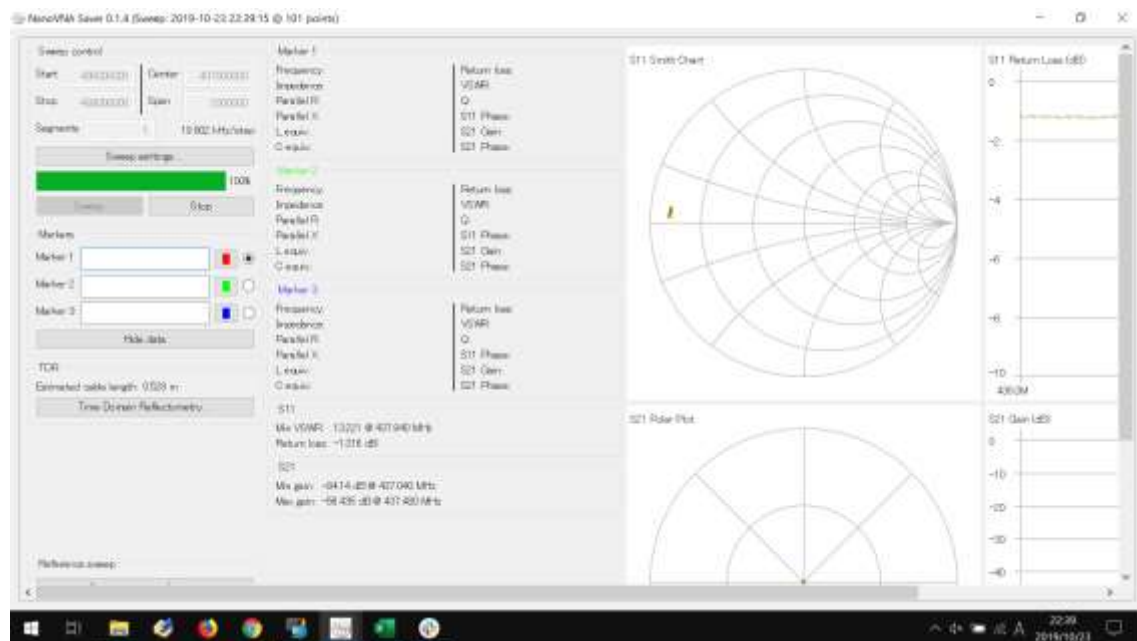
325mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



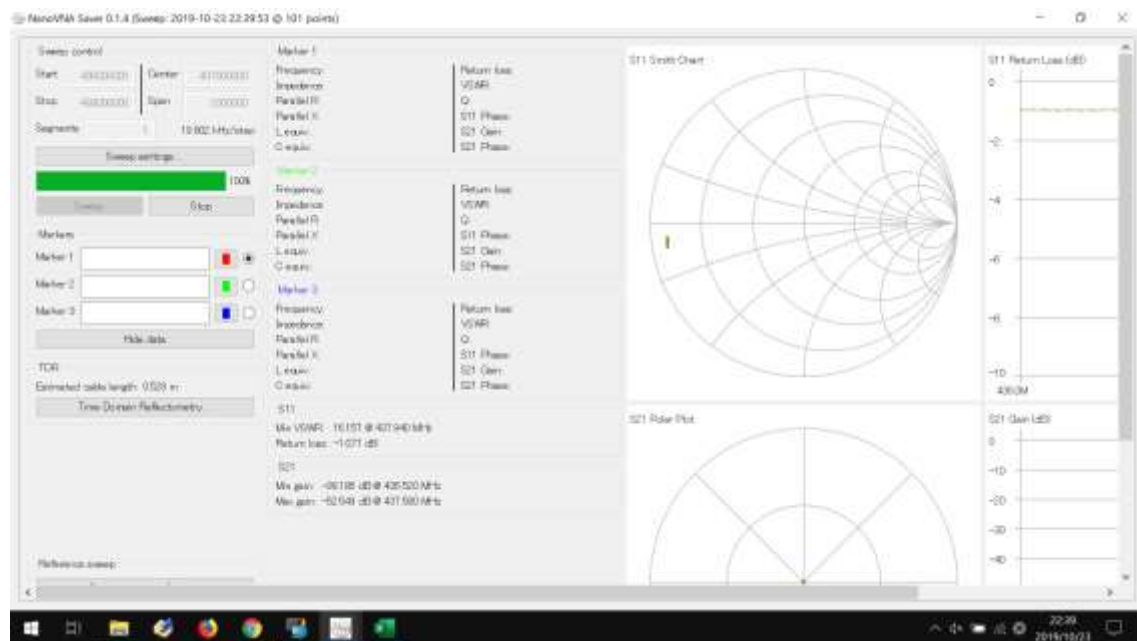
320mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



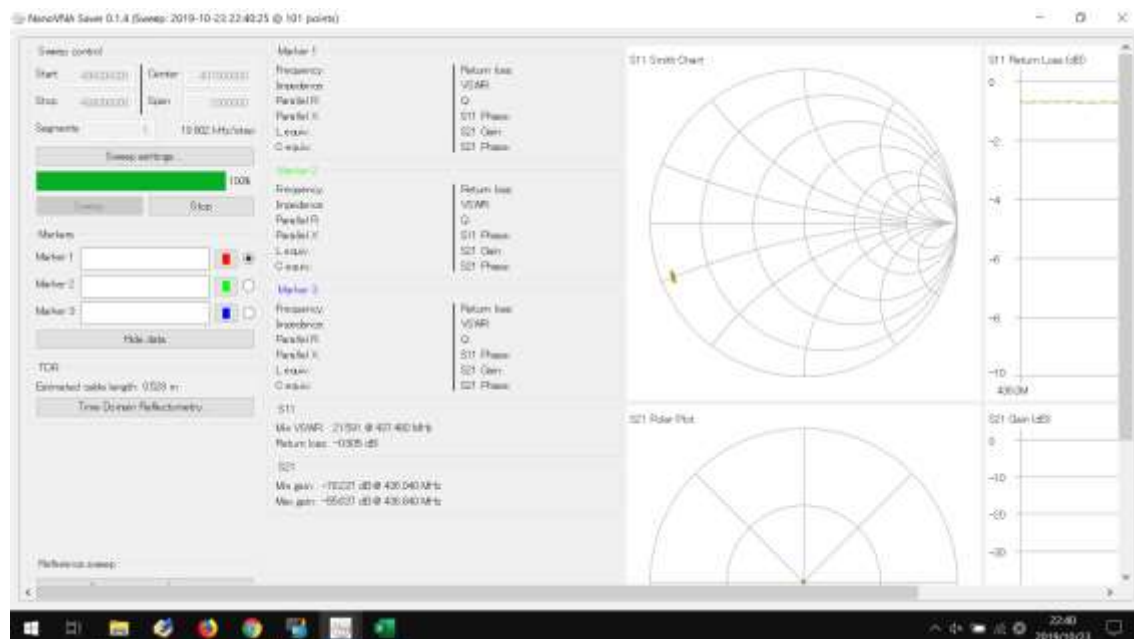
315mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



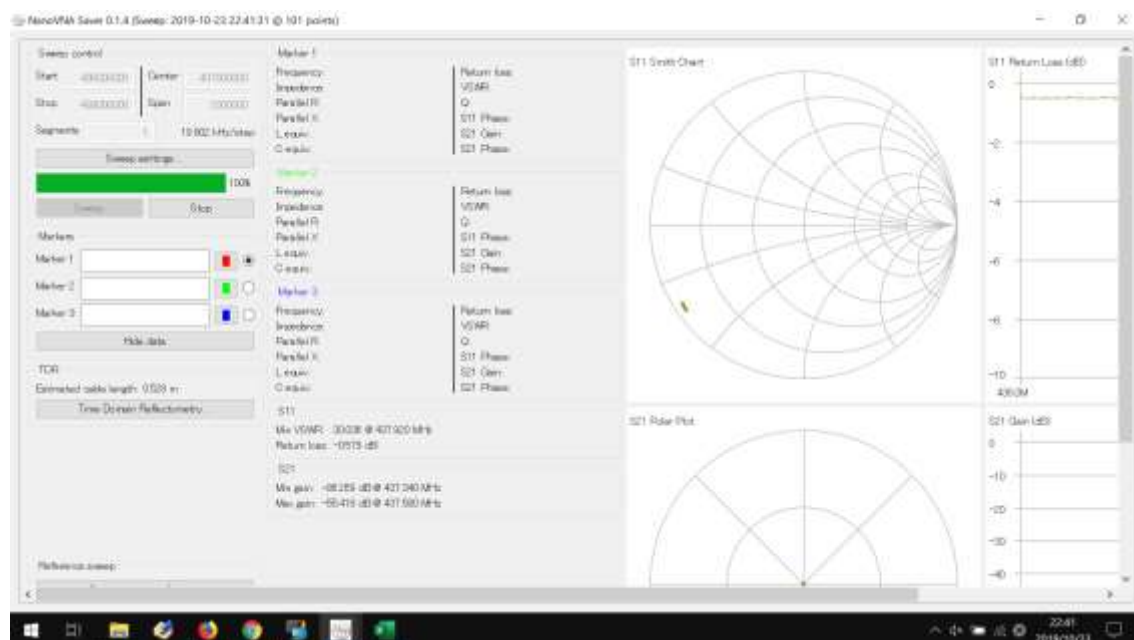
310mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



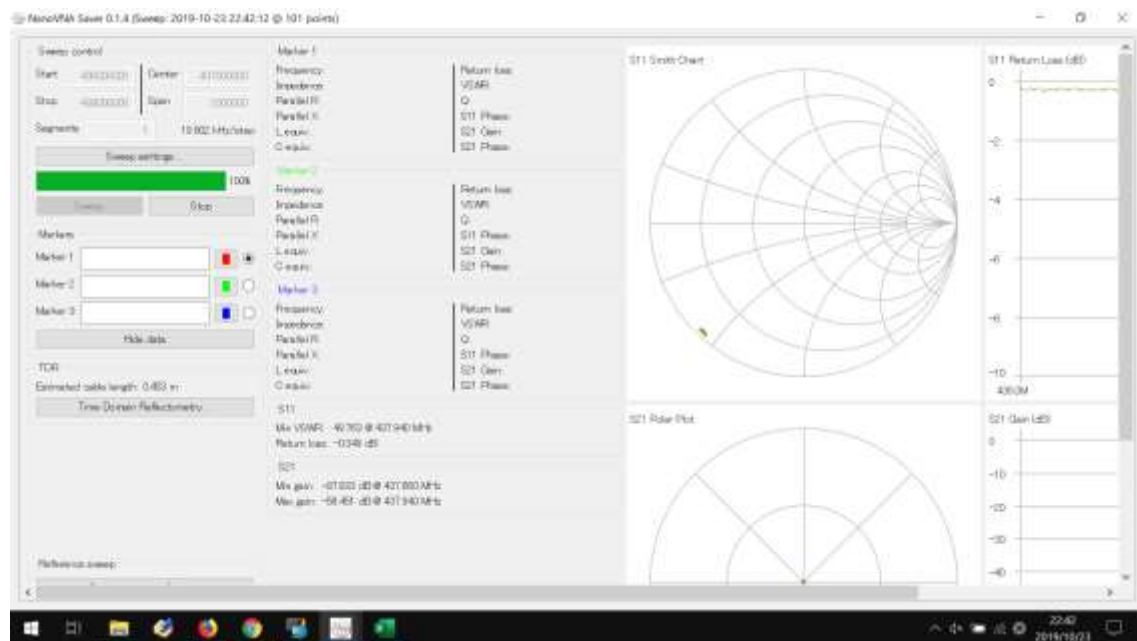
305mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



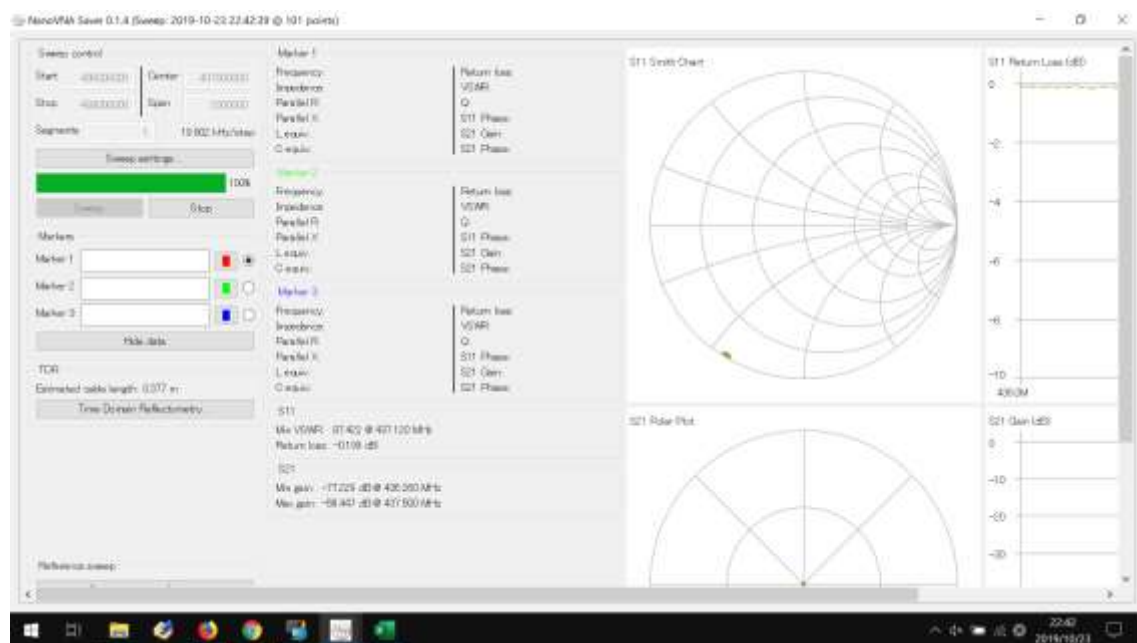
300mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



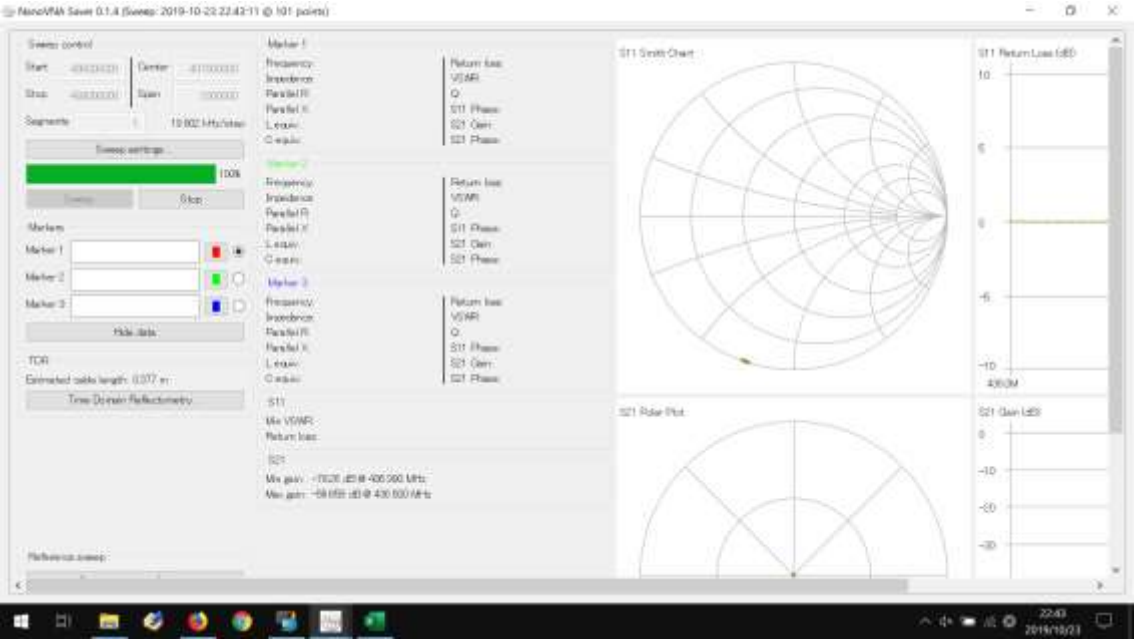
295mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



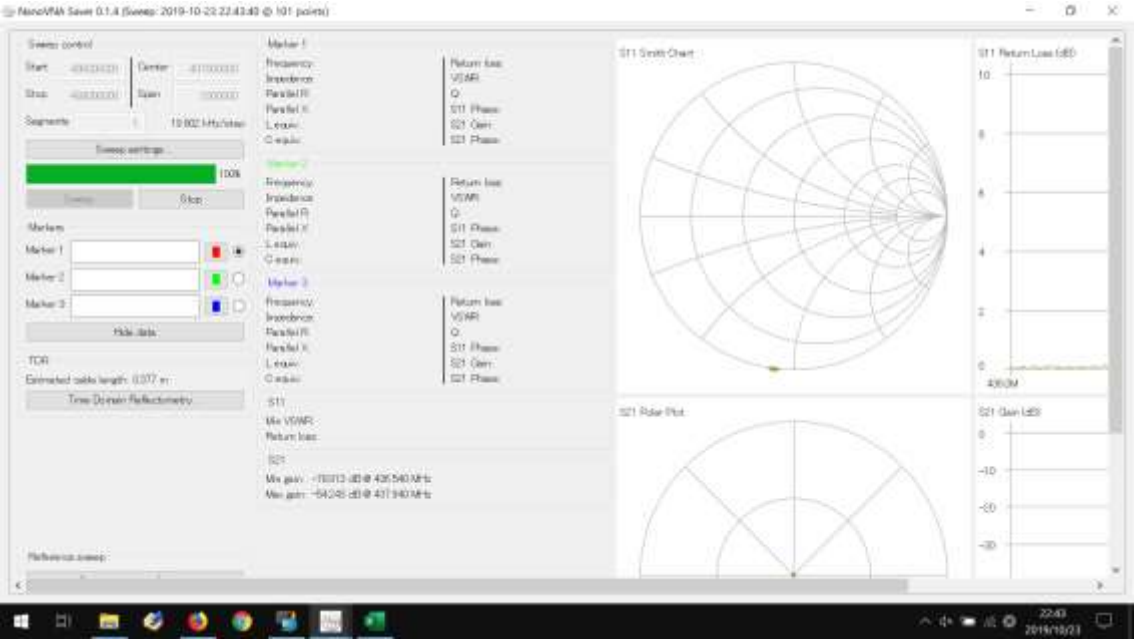
290mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



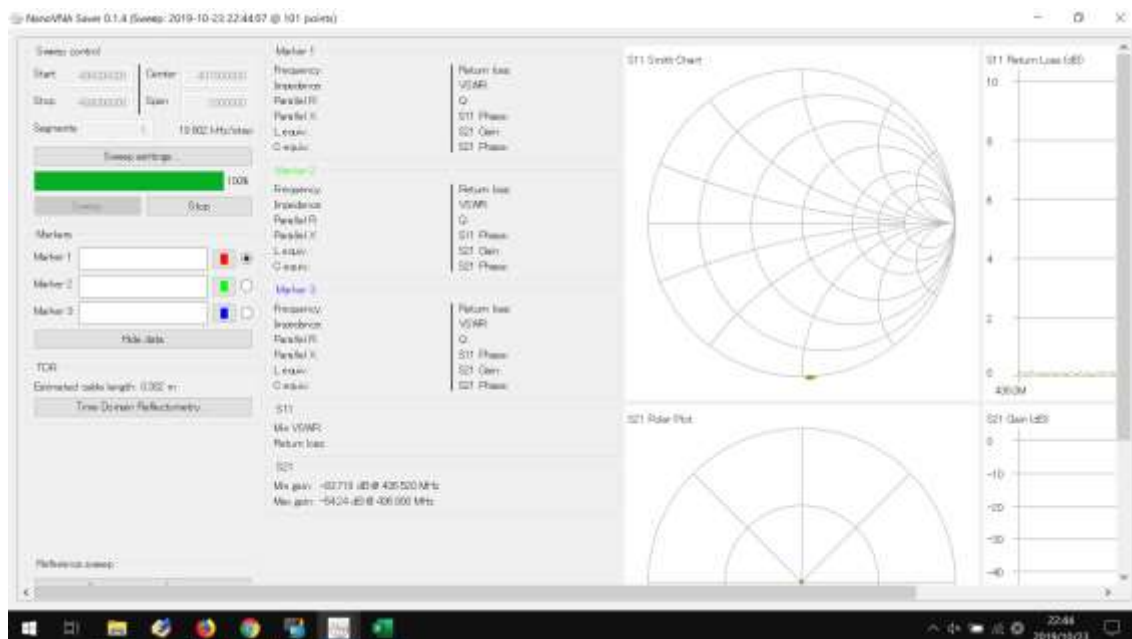
285mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



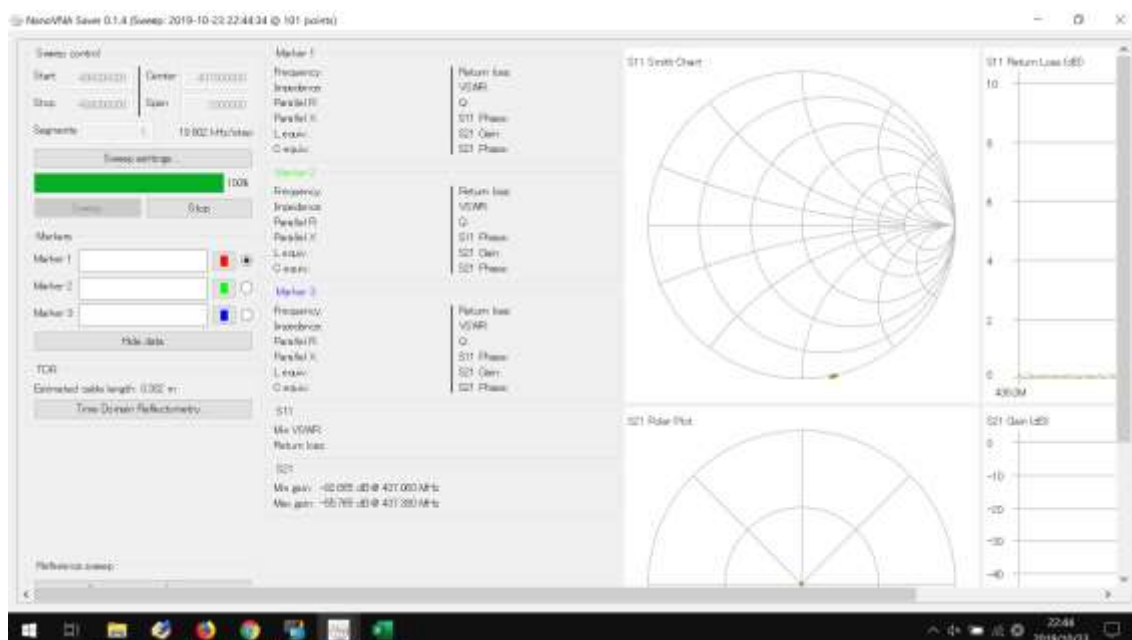
280mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



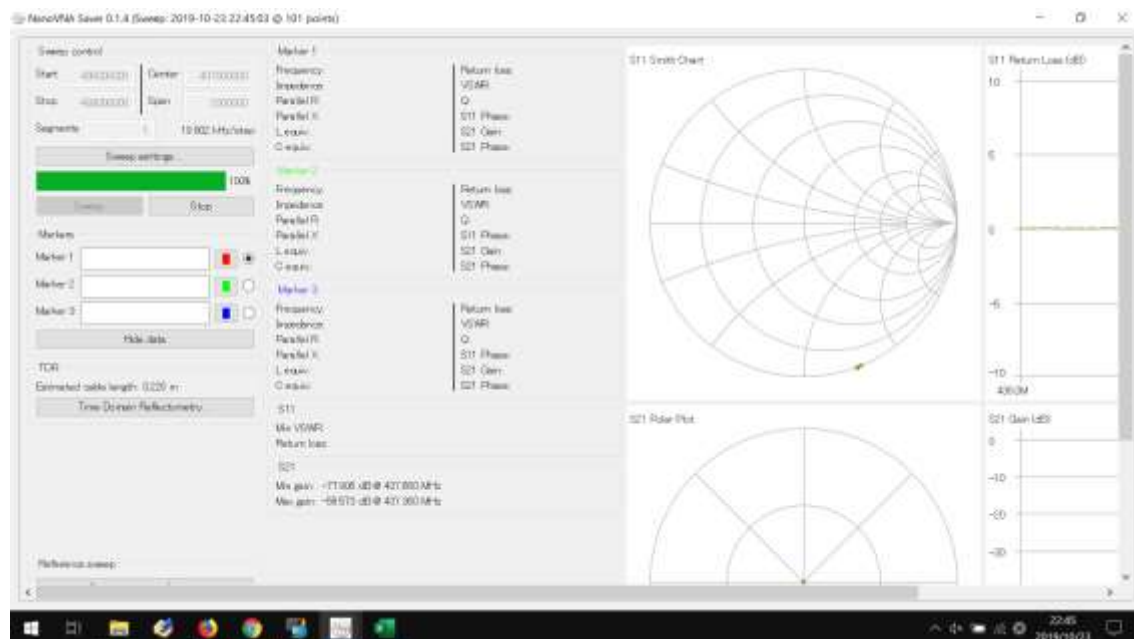
275mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



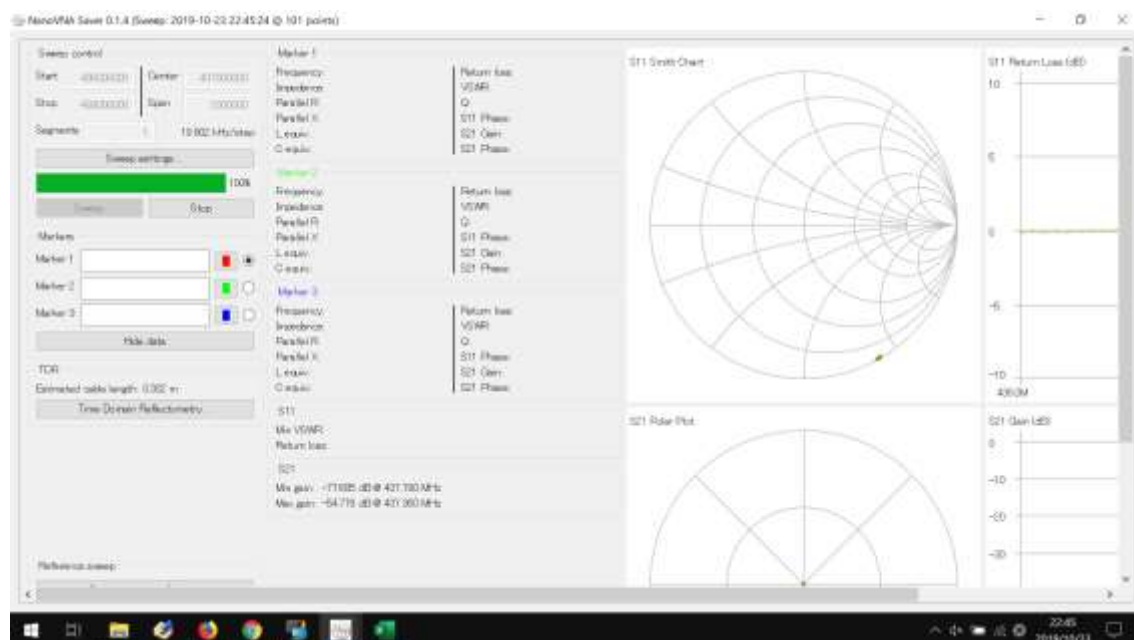
270mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



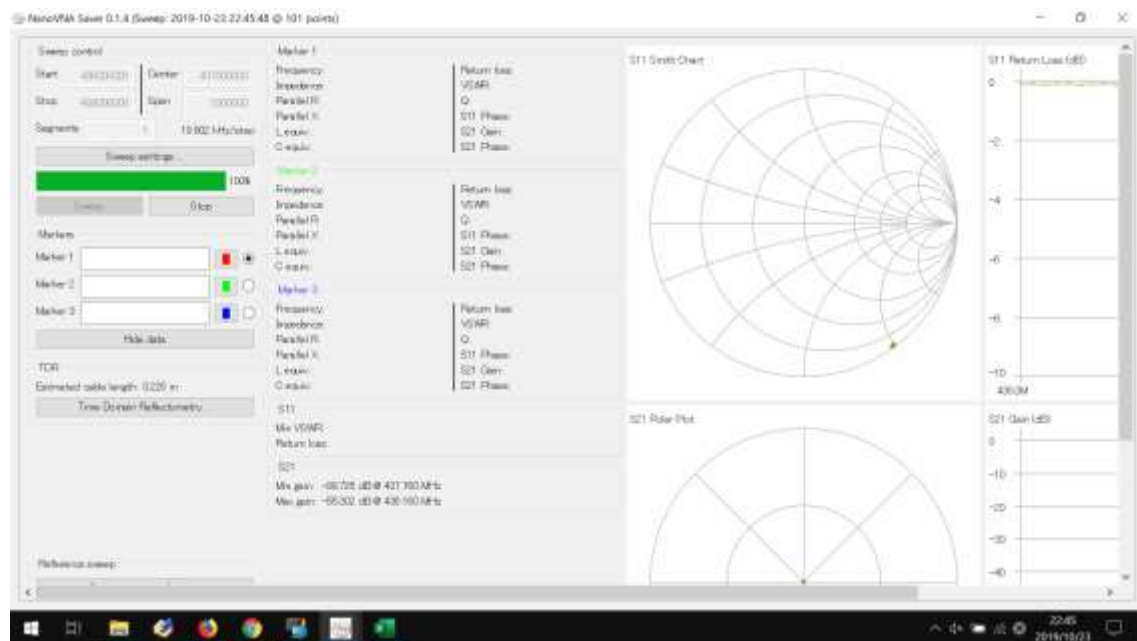
265mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



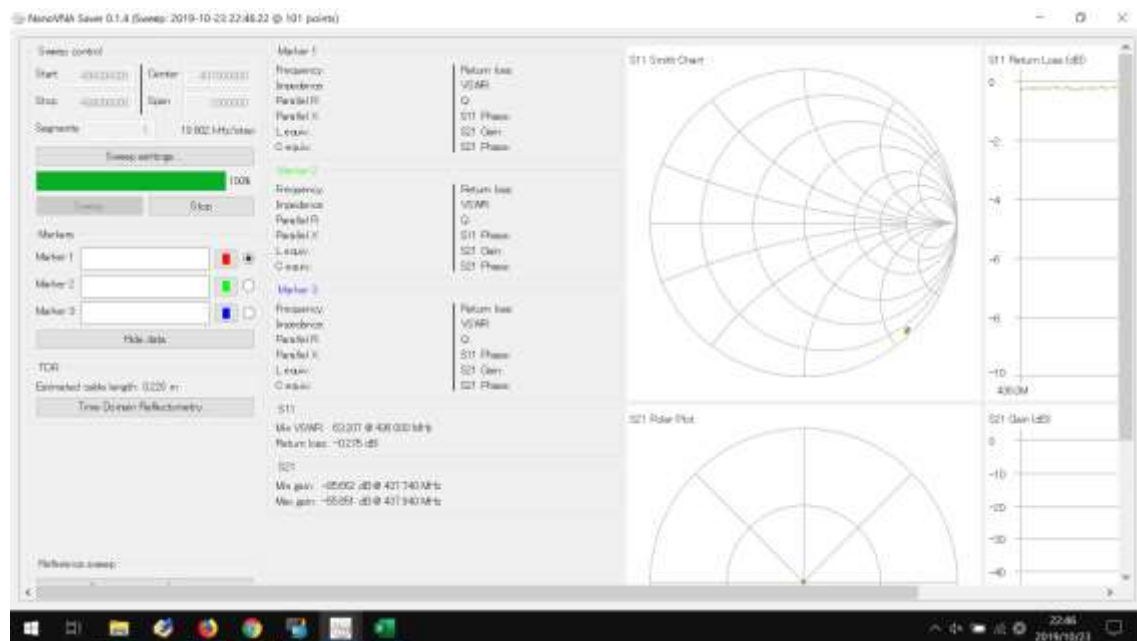
260mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



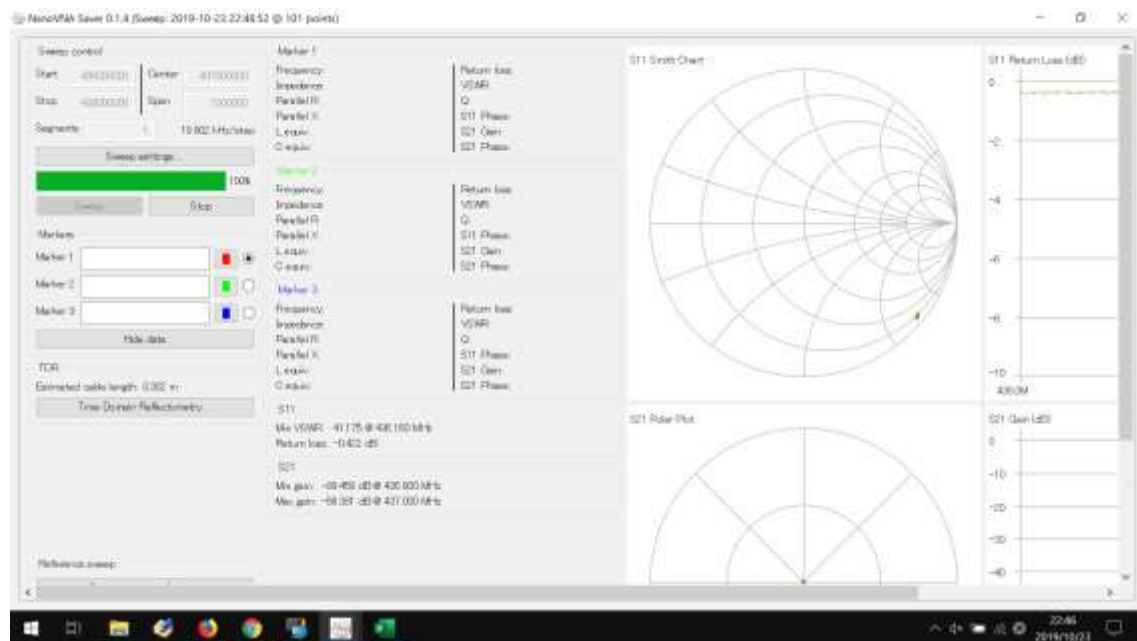
255mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



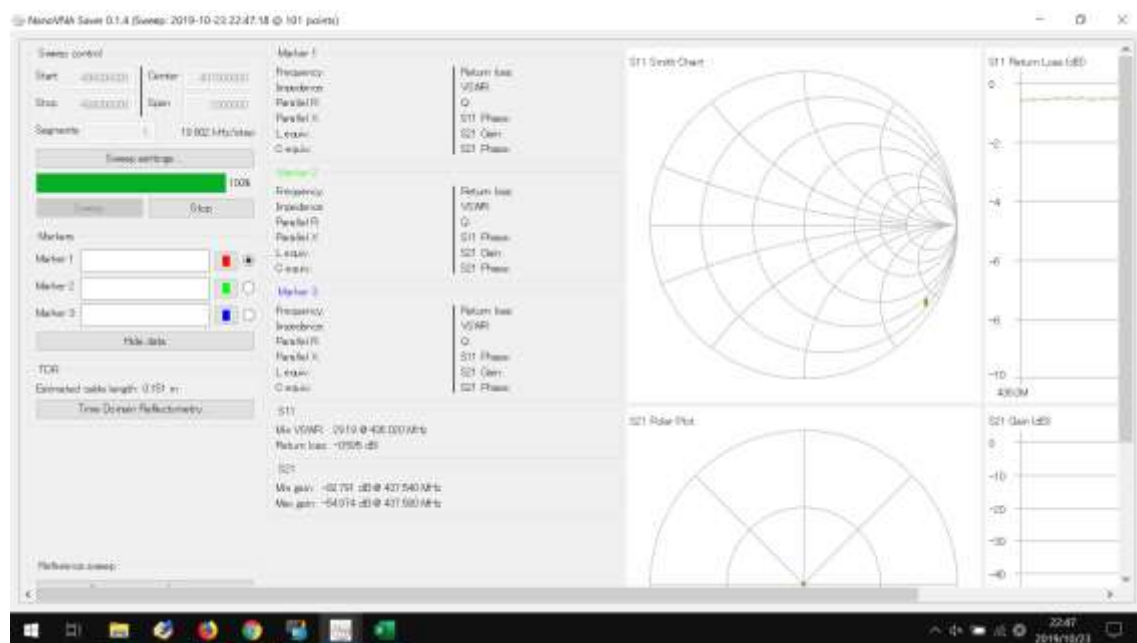
250mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



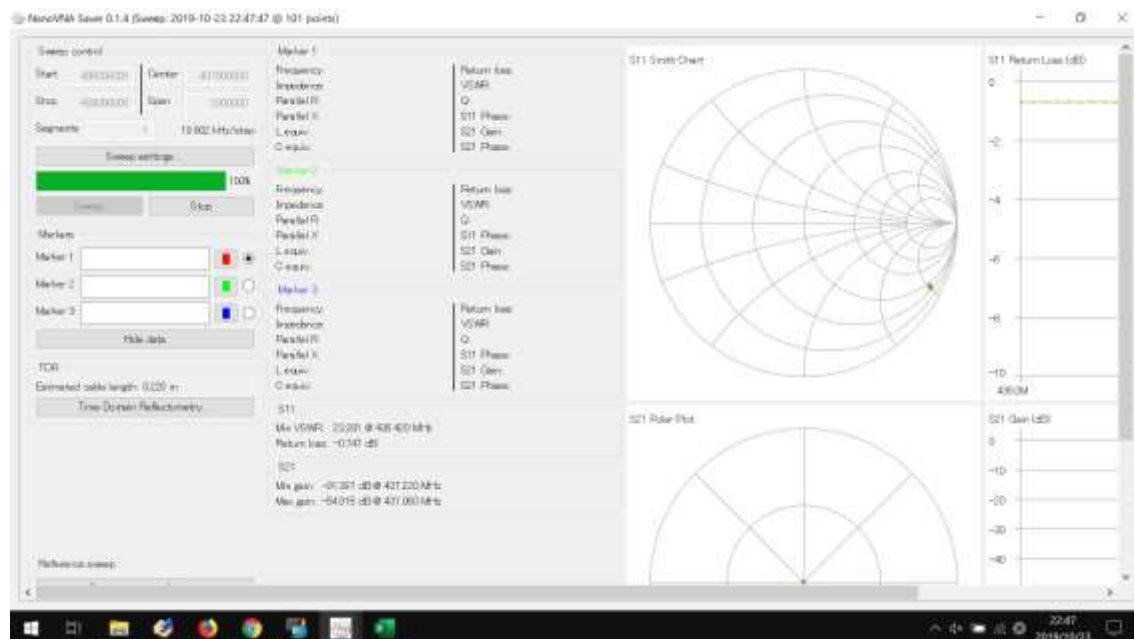
245mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



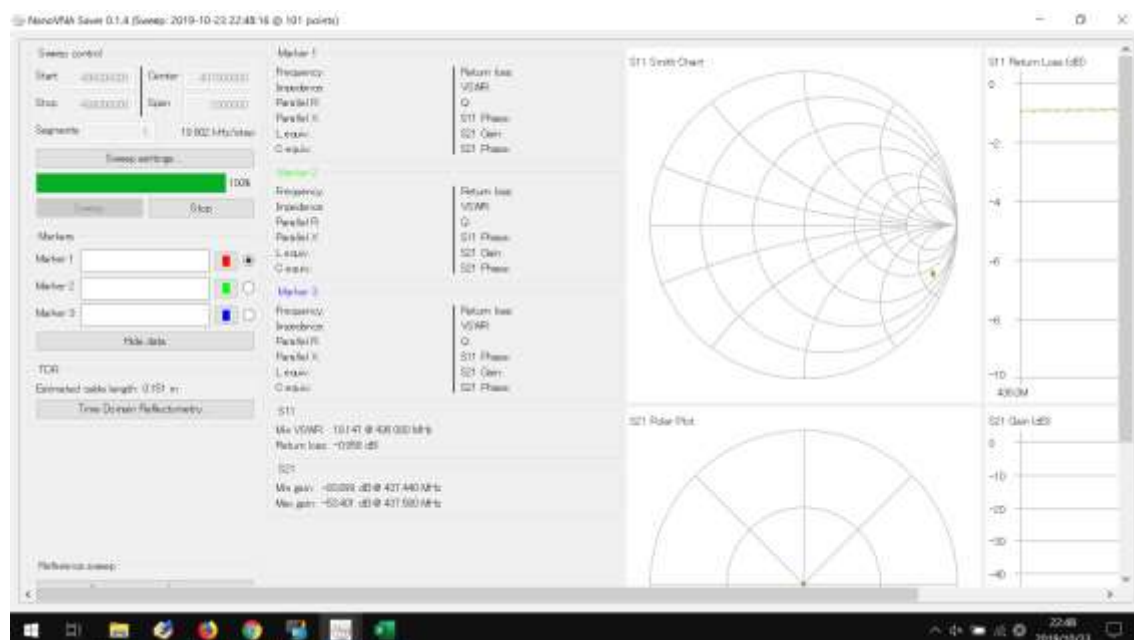
240mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



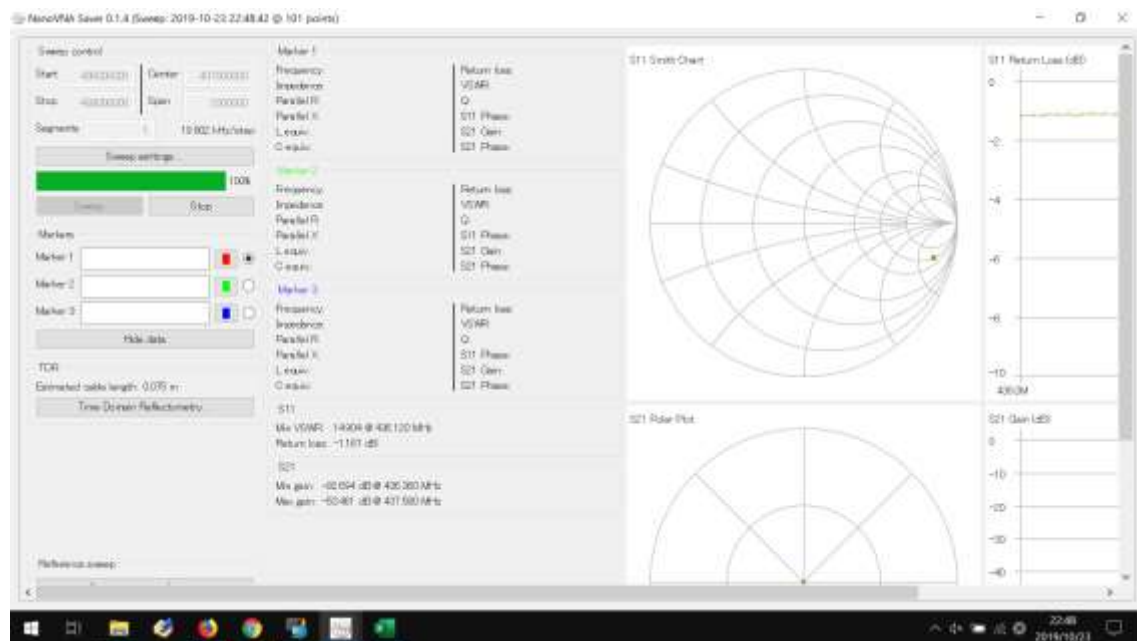
235mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



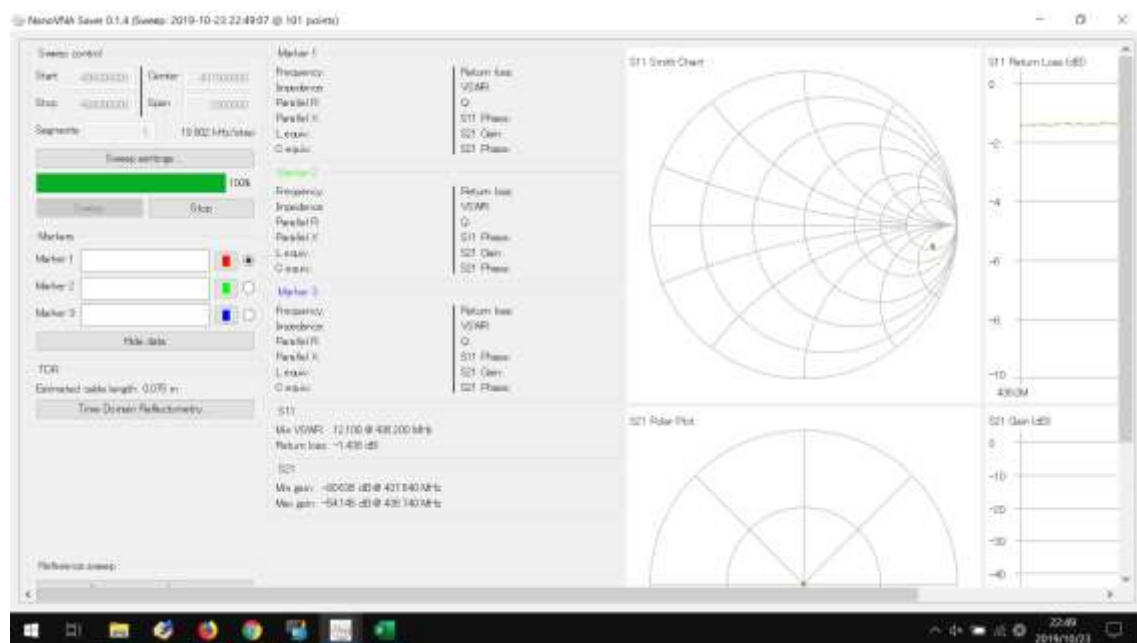
230mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



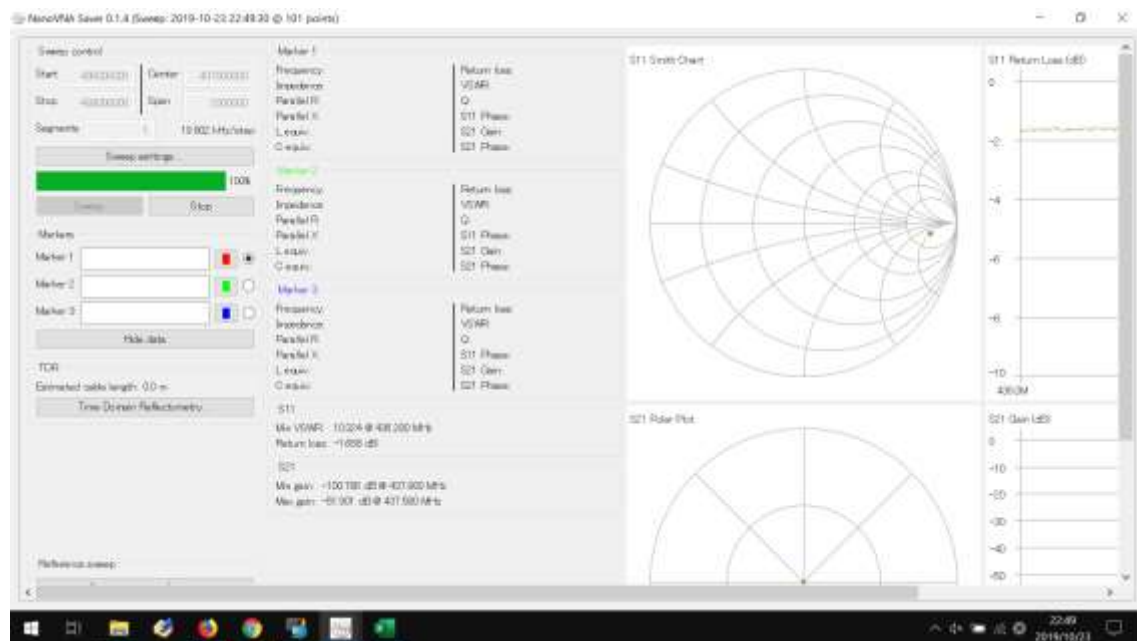
225mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



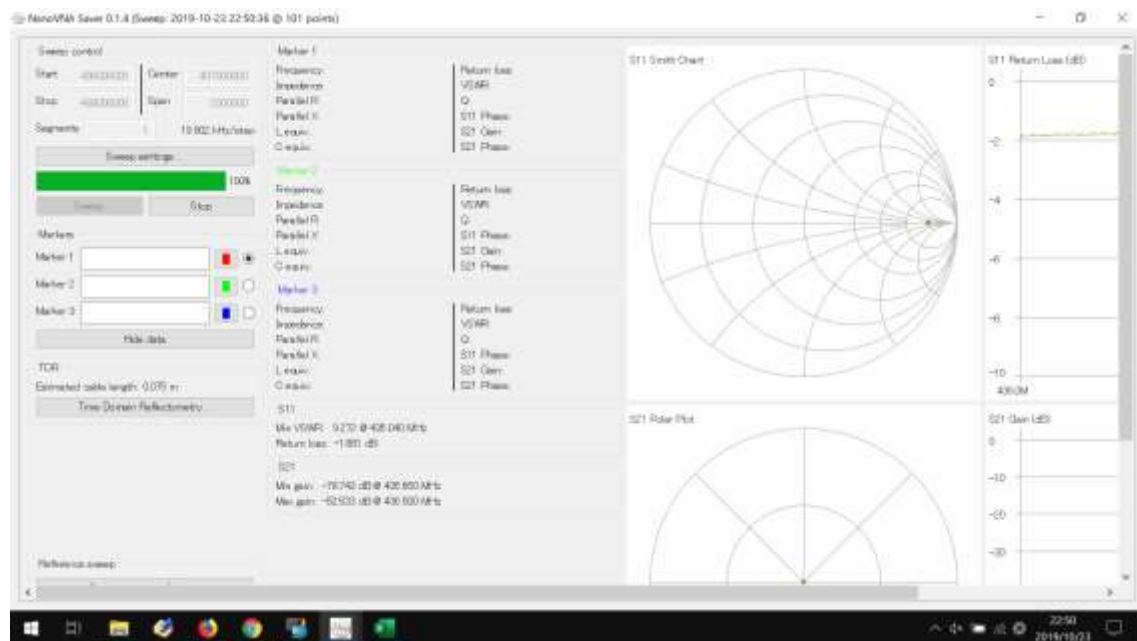
220mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



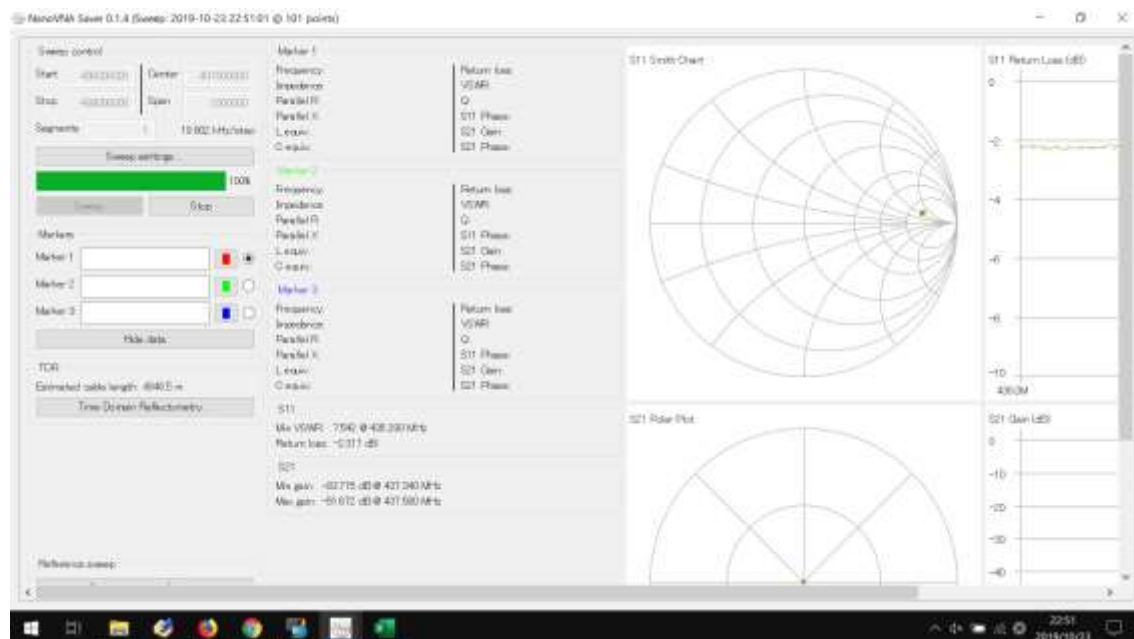
215mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



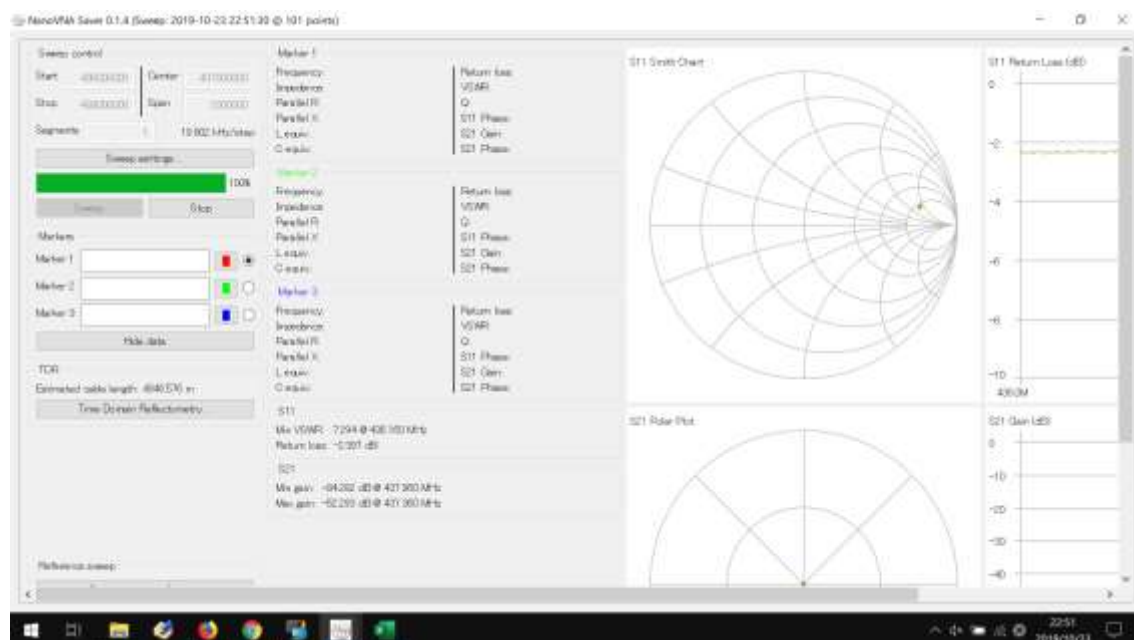
210mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



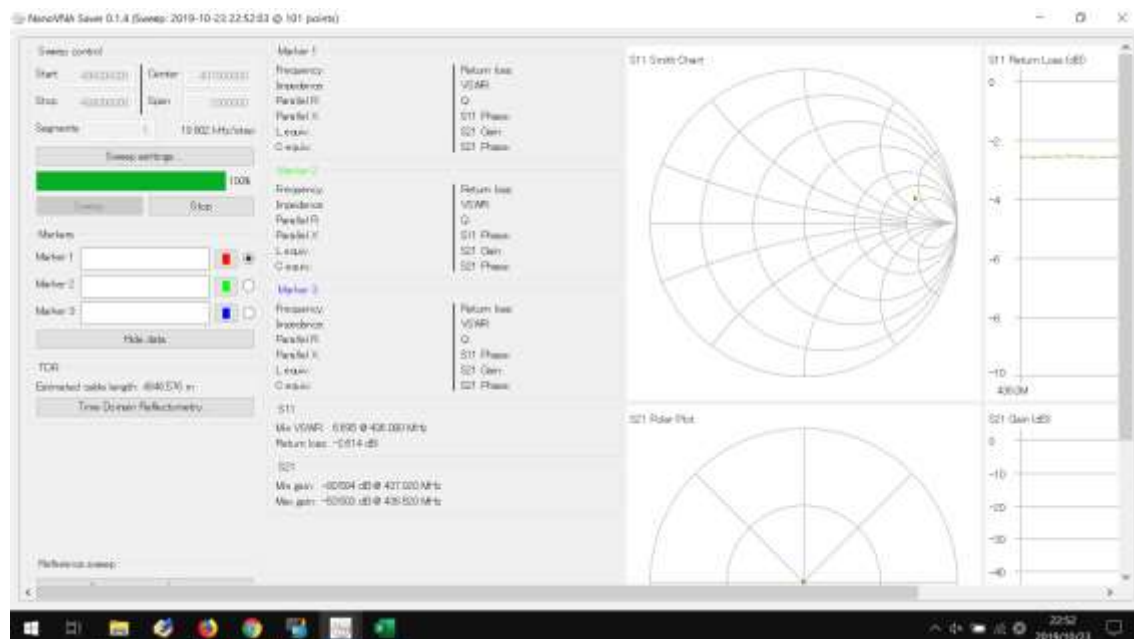
205mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



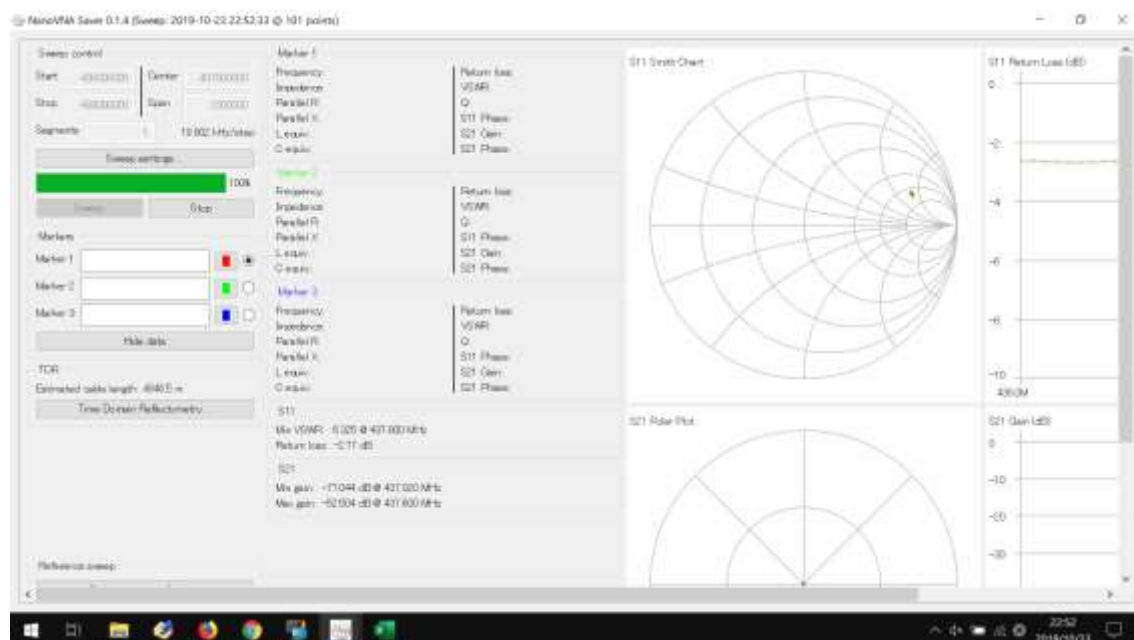
200mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



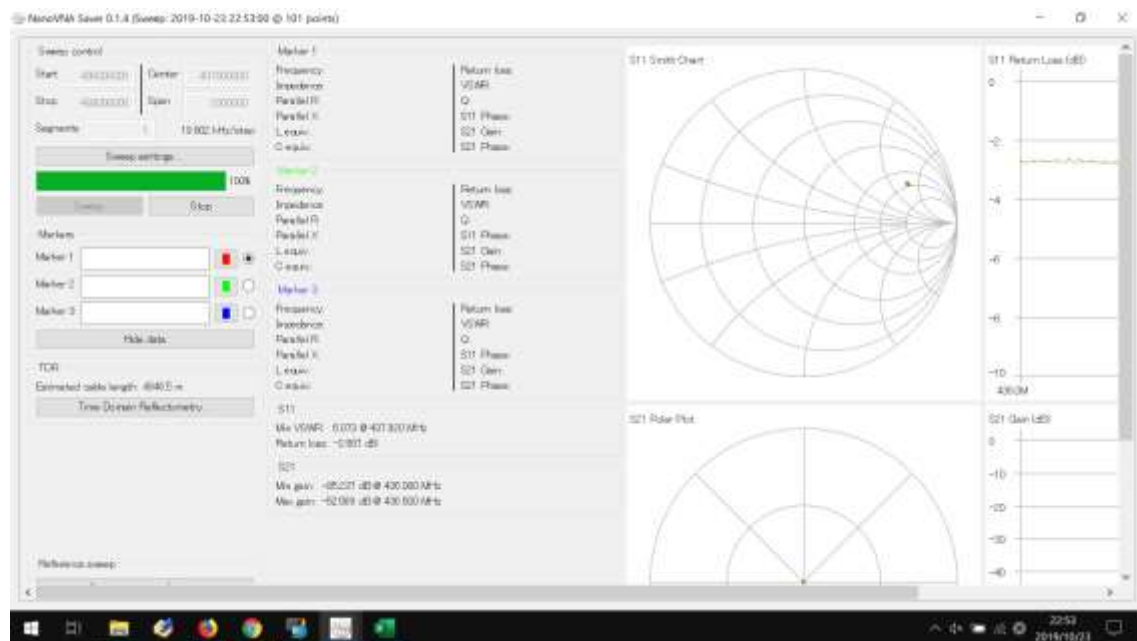
195mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



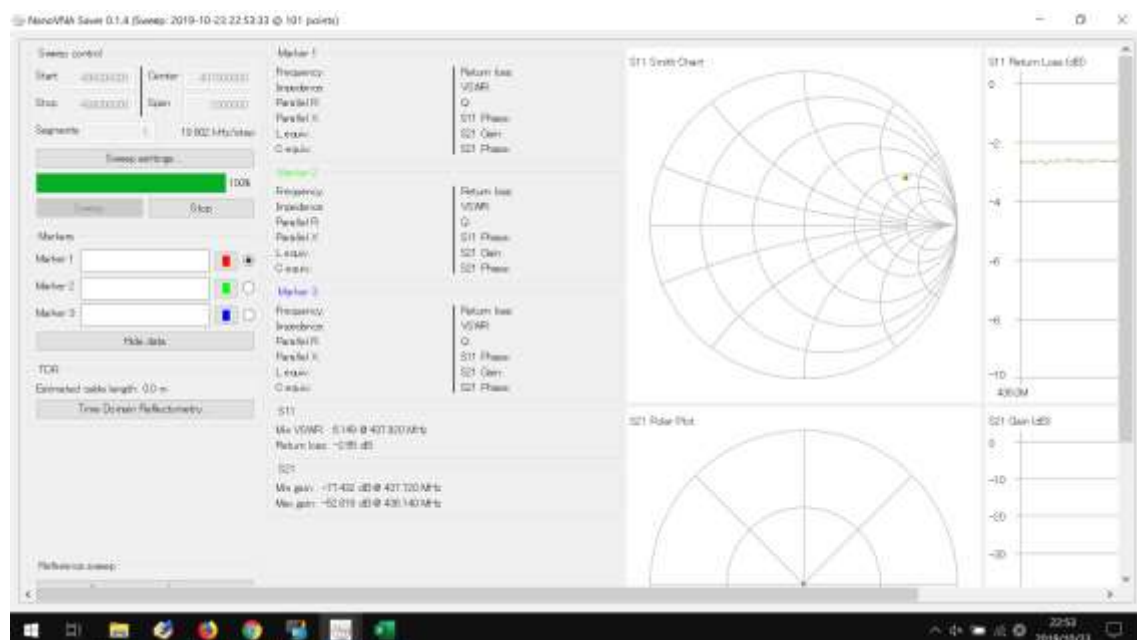
190mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



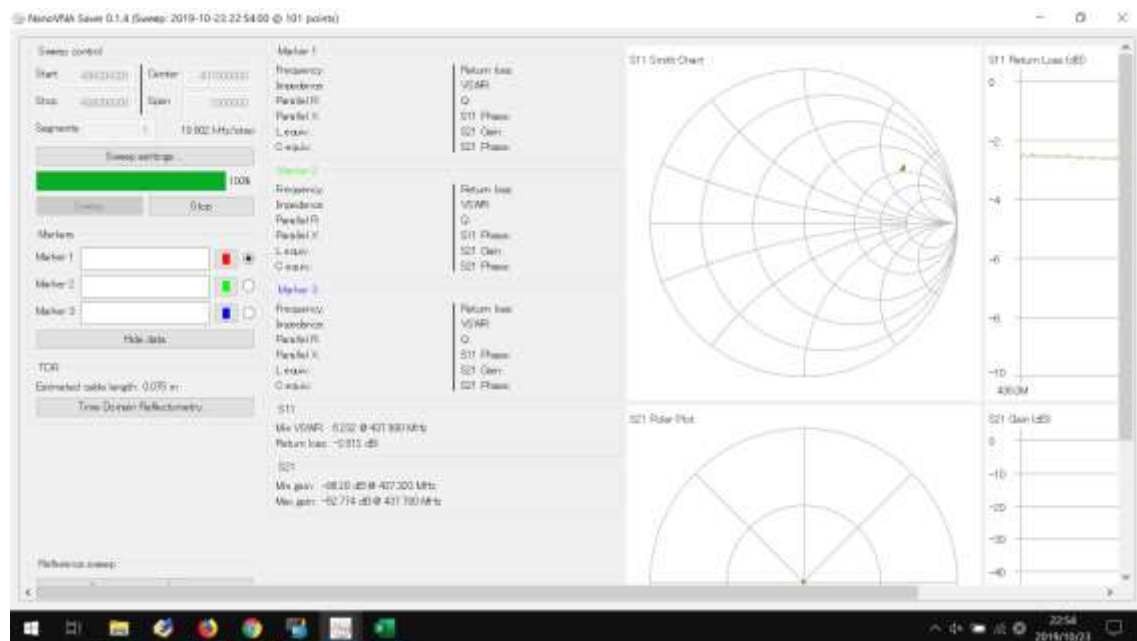
185mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



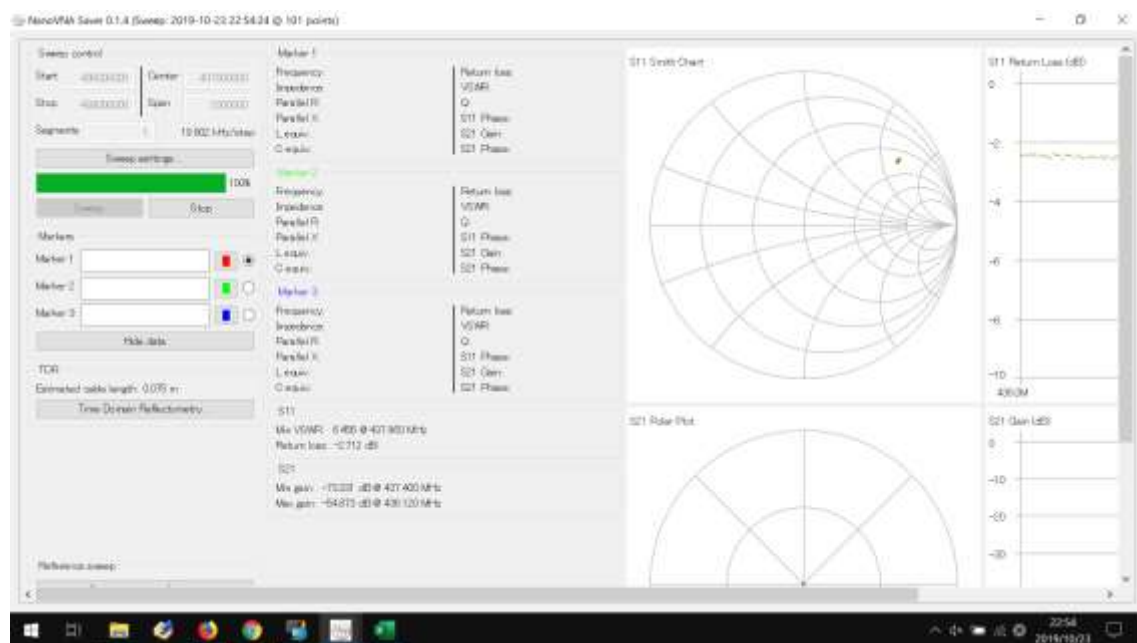
180mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



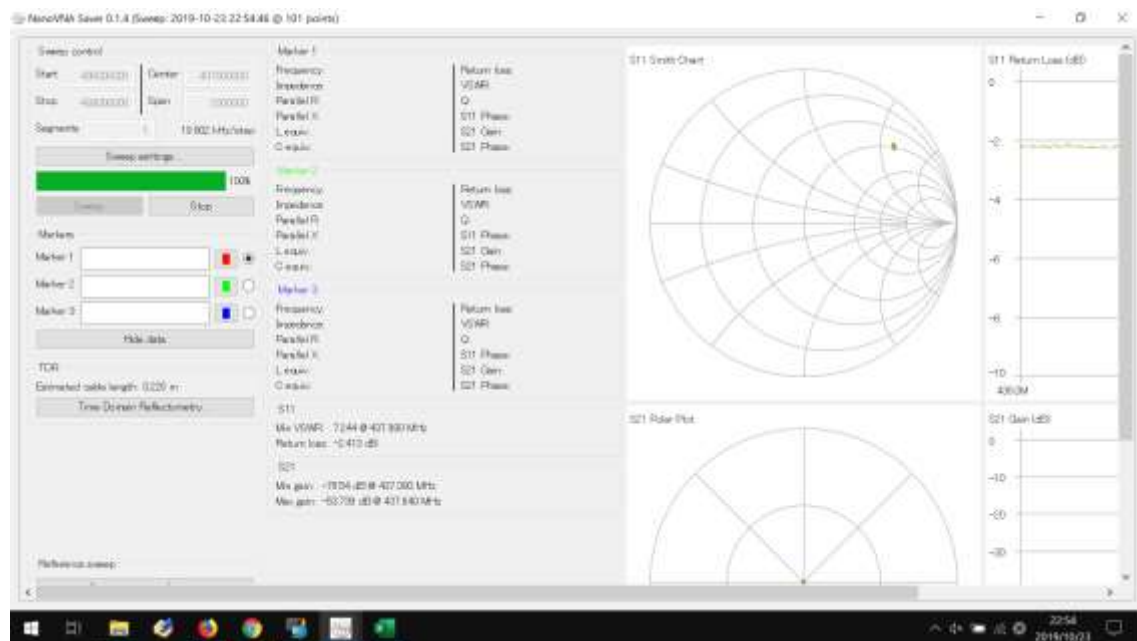
175mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



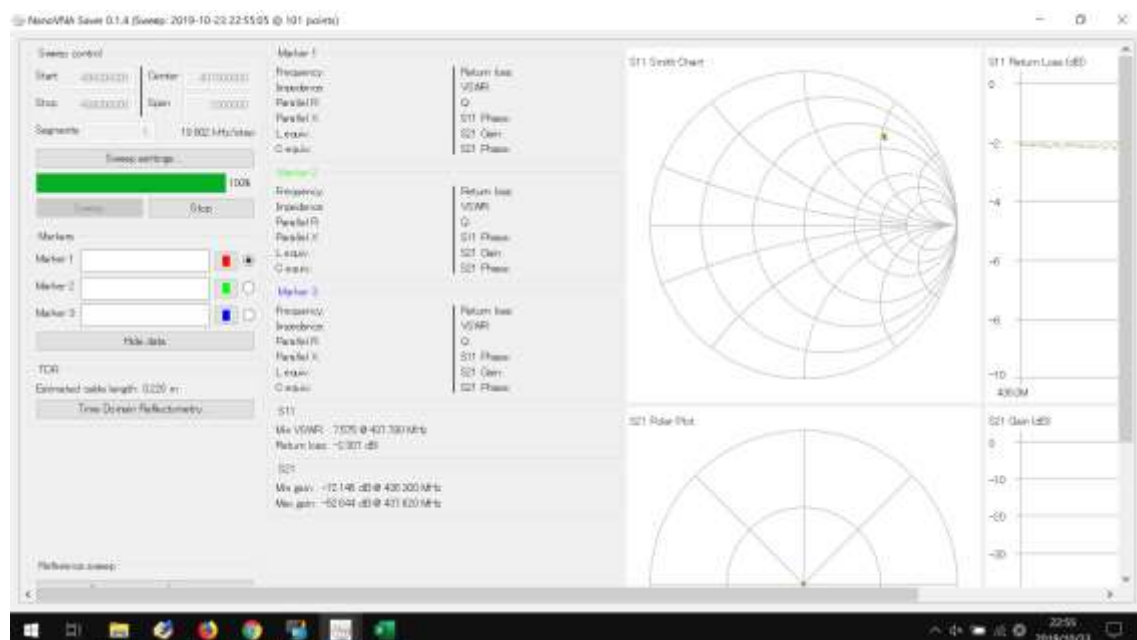
170mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



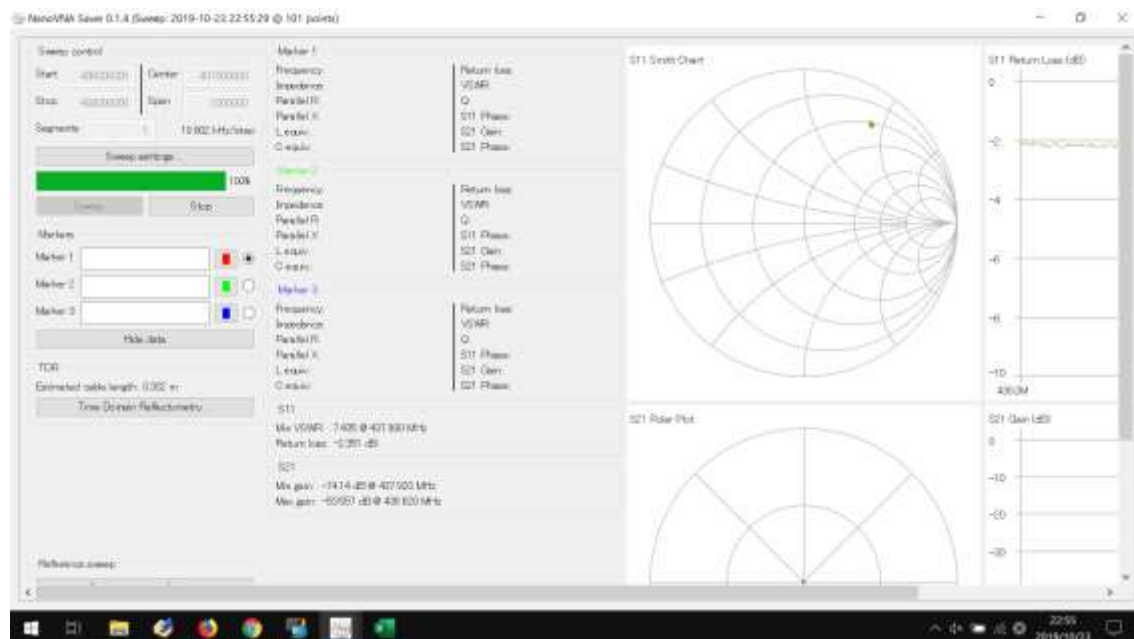
165mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



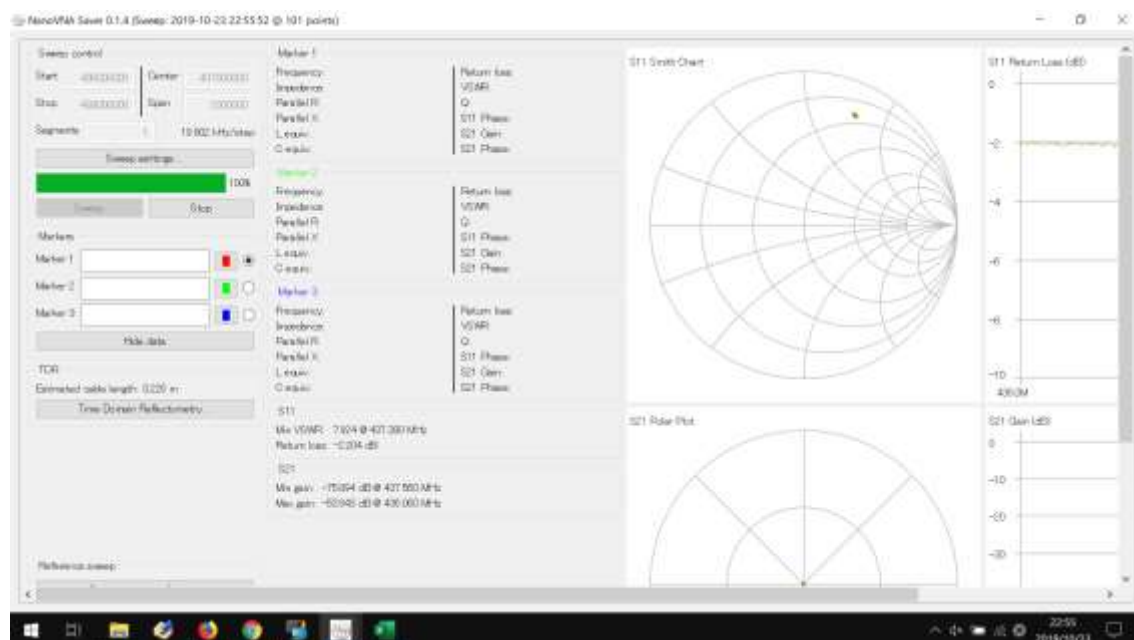
160mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



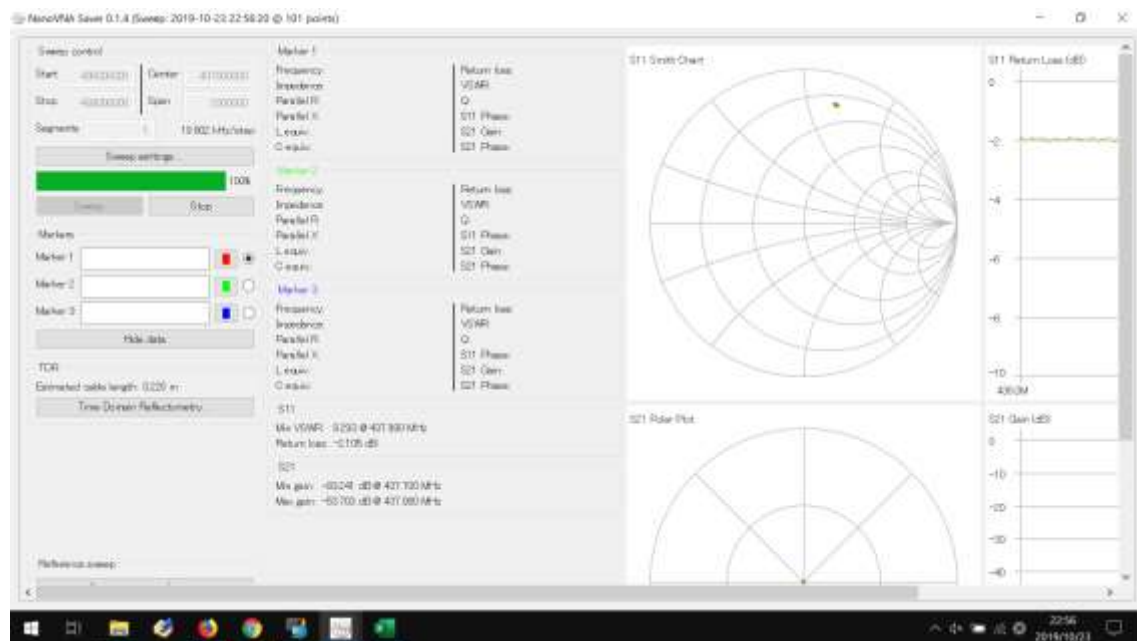
155mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



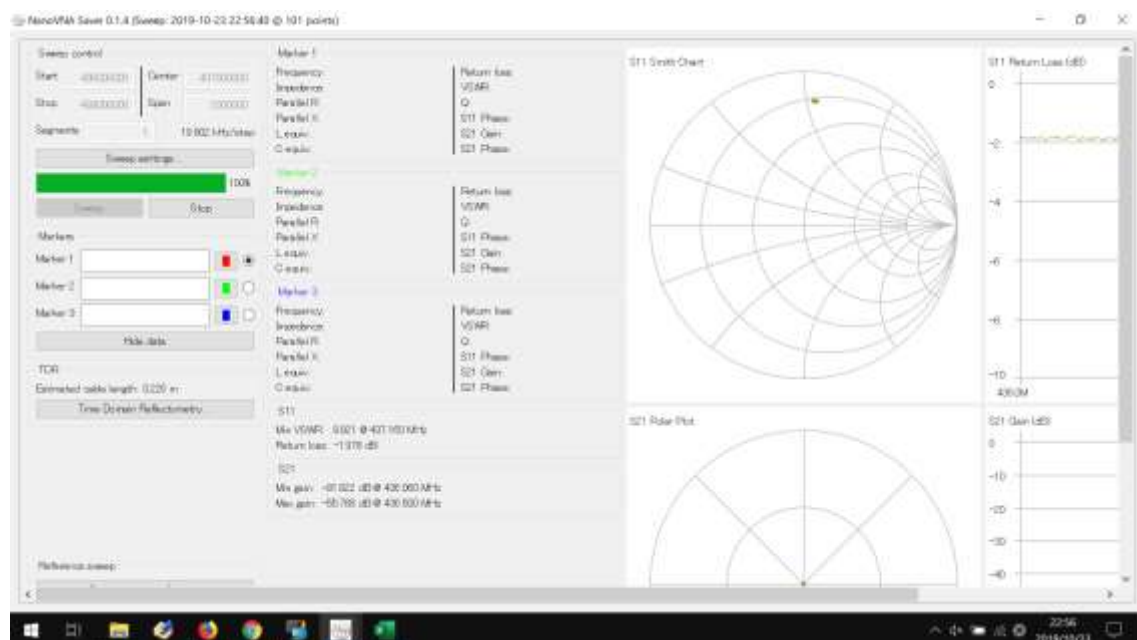
150mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



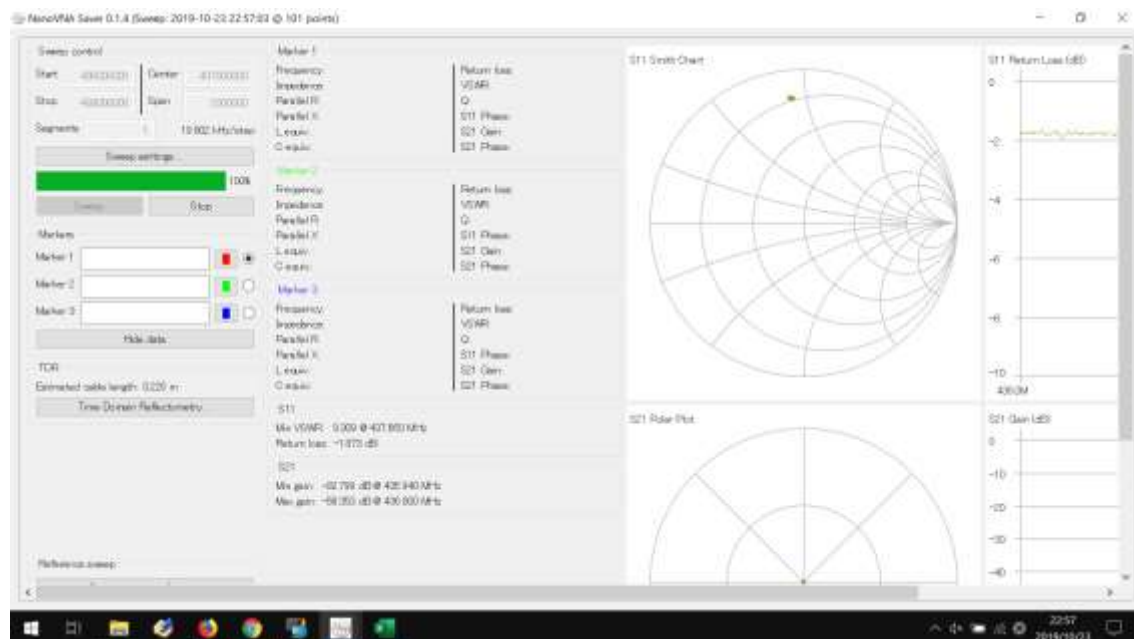
145mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



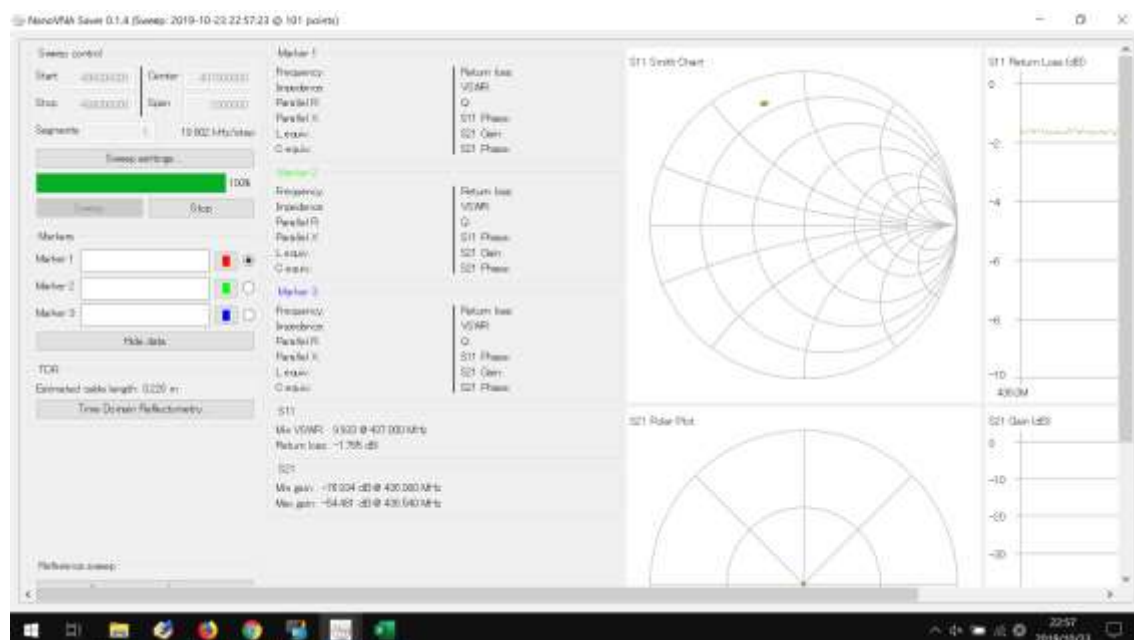
140mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



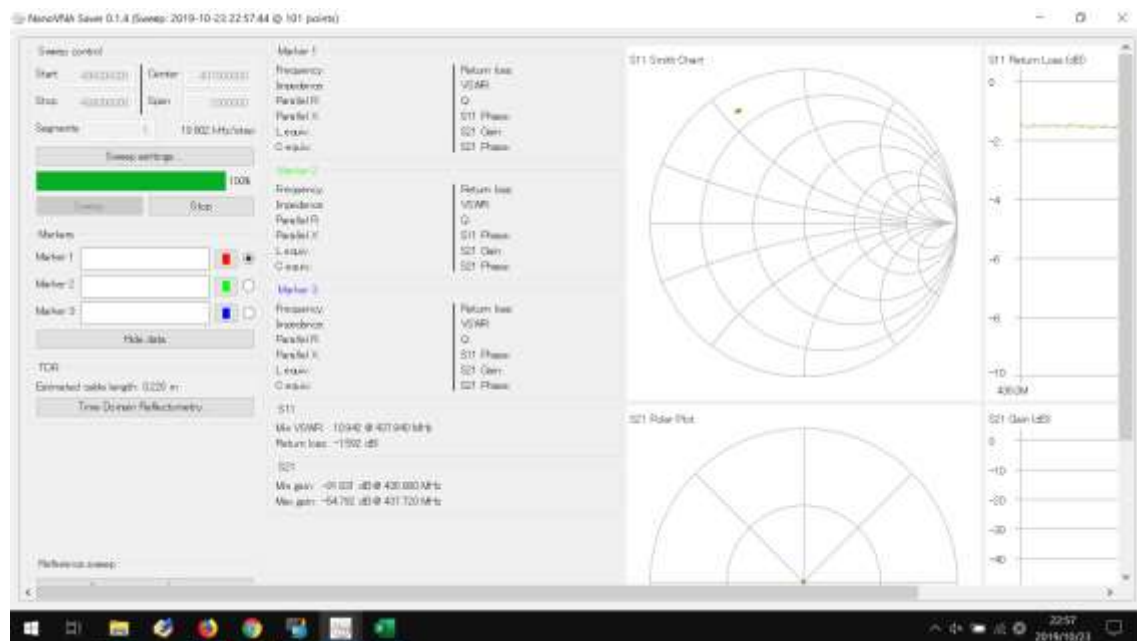
135mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



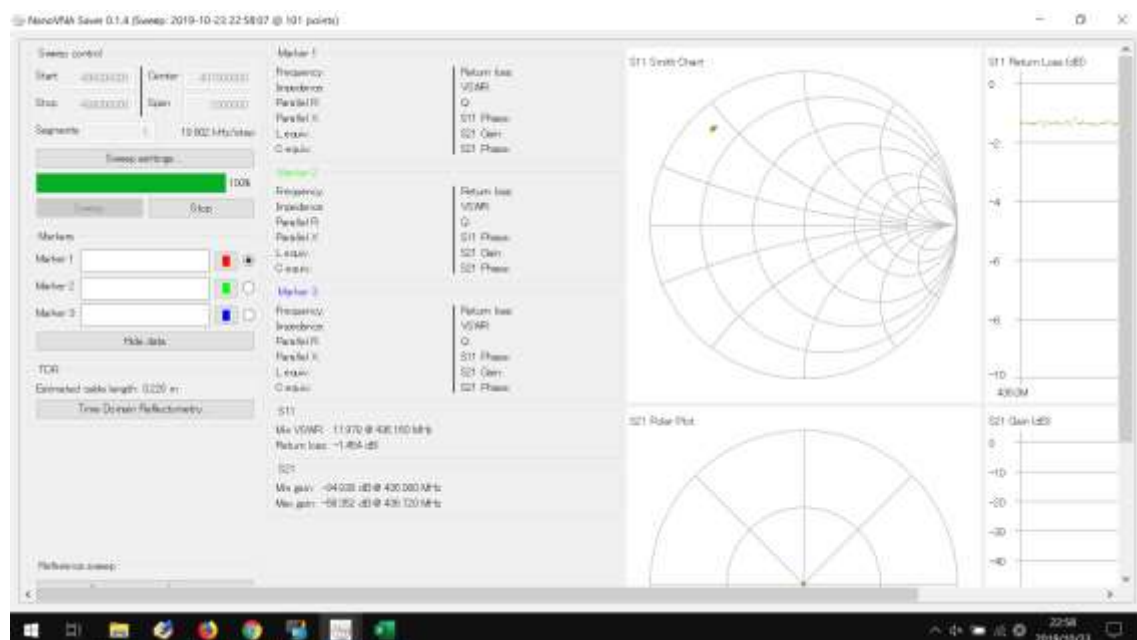
130mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



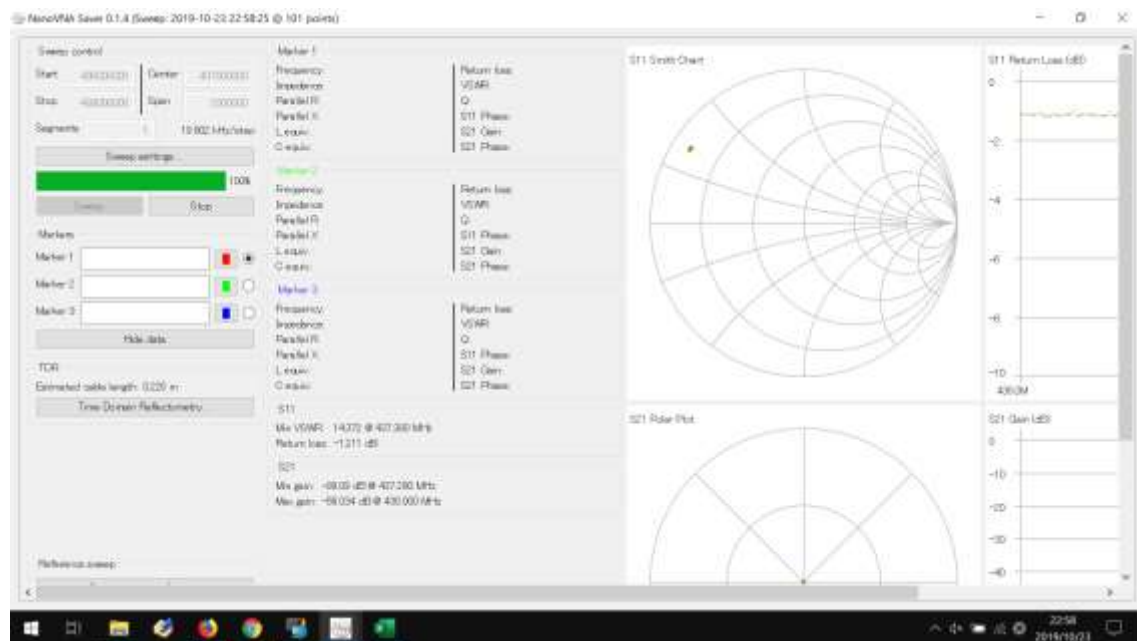
125mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



120mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



115mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



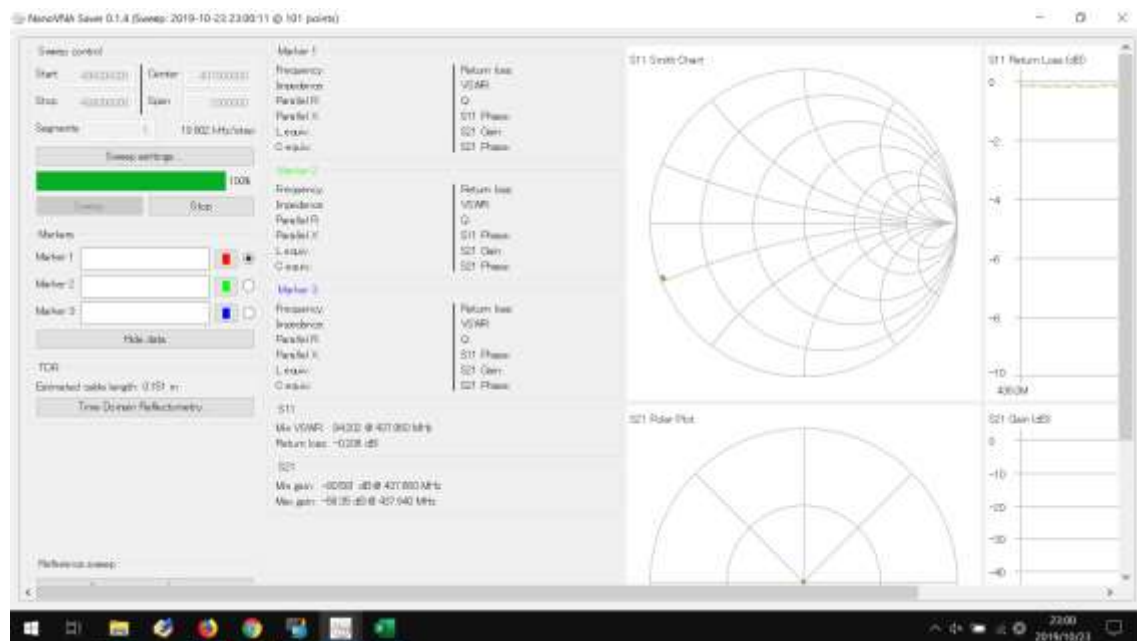
The screenshot displays the NanoVNA-Saver software interface, which is used for analyzing Vector Network Analyzer (VNA) data. The interface is divided into several sections:

- Top Left: Sweep control**
 - Start: -400.00000 | Center: -400.00000
 - Stop: -400.00000 | Span: 1000000
 - Segments: 1 | 10.000 MHz/div
 - Sweep settings: A green bar indicates the sweep range, with a value of 1000 .
 - Buttons: "Sweep" and "Stop".
- Top Right: Markers**
 - Marker 1: | ☒ (Red)
 - Marker 2: | ☐ (Green)
 - Marker 3: | ☐ (Blue)
 - Hide data: ☐
- Bottom Left: FCR**
 - Connected cable length: 0.00 m
 - Time Domain Reflectometry: ☐
- Bottom Right: Reference sweep**
 -
- Center: Marker 1 Data**
 - Frequency: 2998.0 MHz
 - Impedance: $Q = 0.000$, $R = 0.000$
 - Return loss: -0.00 dB
 - Phase: 0.00 deg
- Right: S11 Smith Chart**
 - A Smith Chart plot showing the reflection coefficient S11. A single data point is plotted at the center (1.0 + j0.0).
- Right: S21 Polar Plot**
 - A Polar Plot showing the transmission coefficient S21. A single data point is plotted at the center (1.0 + j0.0).
- Far Right: Return Loss and Gain dB**
 - S11 Return Loss (dB): A plot showing the return loss, with a value of 0.00 dB.
 - S21 Gain (dB): A plot showing the gain, with a value of 0.00 dB.

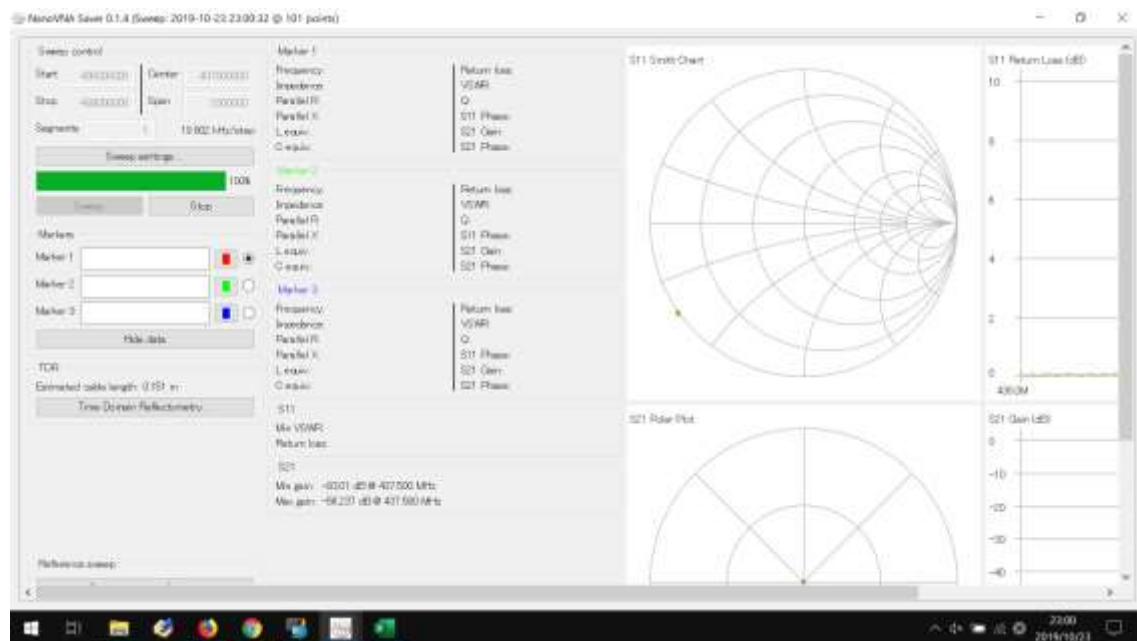
The screenshot displays the NanoVNA software interface with the following components:

- Top Bar:** NanoVNA Save 0.1.4 (Sweep: 2019-10-22 22:58:29 @ 101 points)
- Left Panel:**
 - Sweep control:** Start: 430.000000, Center: 427.000000, Stop: 430.000000, Span: 1000000. Segments: 1, 10.000 MHz/step.
 - Sweep settings:** A green progress bar at 100%.
 - Markers:** Marker 1, 2, and 3 with color-coded buttons (red, green, blue).
 - Hide data:** A button to toggle data visibility.
 - TCR:** Connected cable length: 0.151 m.
 - Time Domain Reflectometry:** A button for TDR analysis.
 - Reference impedance:** A field for setting the reference impedance.
- Center Panel:**
 - Marker 1:** Frequency: 427.000000 MHz, Impedance: Parallel R, Parallel X, Loss: 0.000000, Color: Green.
 - Marker 2:** Frequency: 427.000000 MHz, Impedance: Parallel R, Parallel X, Loss: 0.000000, Color: Green.
 - Marker 3:** Frequency: 427.000000 MHz, Impedance: Parallel R, Parallel X, Loss: 0.000000, Color: Green.
- Right Panel:**
 - S11 Smith Chart:** A Smith chart showing the reflection coefficient S11.
 - S11 Return Loss (dB):** A plot showing the return loss in dB for S11.
 - S21 Polar Plot:** A polar plot showing the transmission coefficient S21.
 - S21 Gain (dB):** A plot showing the gain in dB for S21.
- Bottom Bar:** Windows taskbar showing the time 22:59 on 2019/10/21.

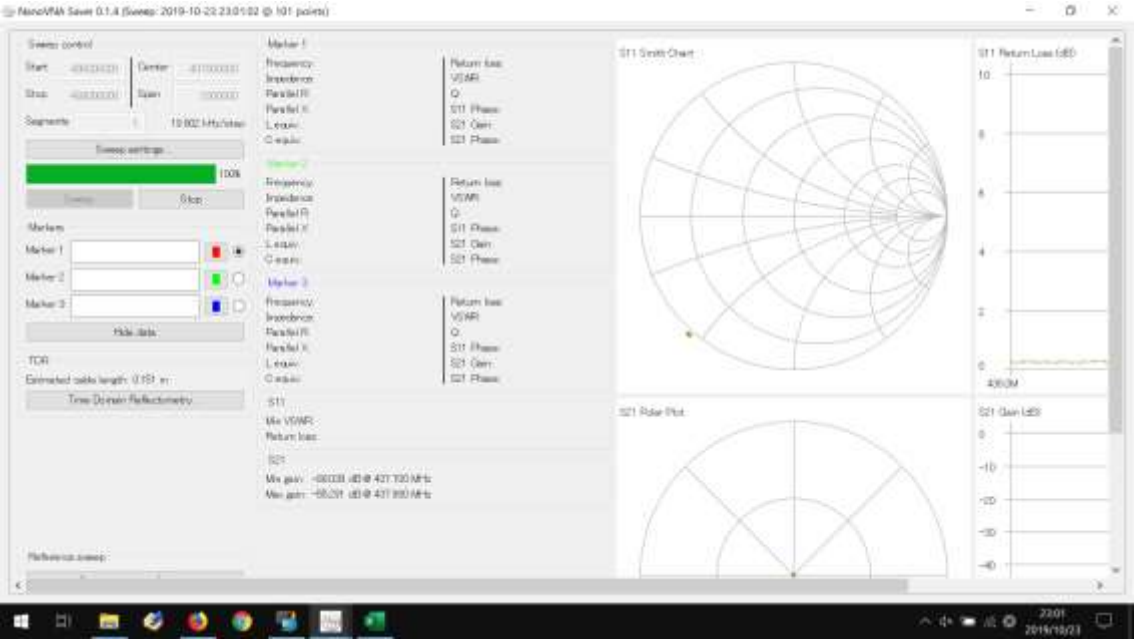
95mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



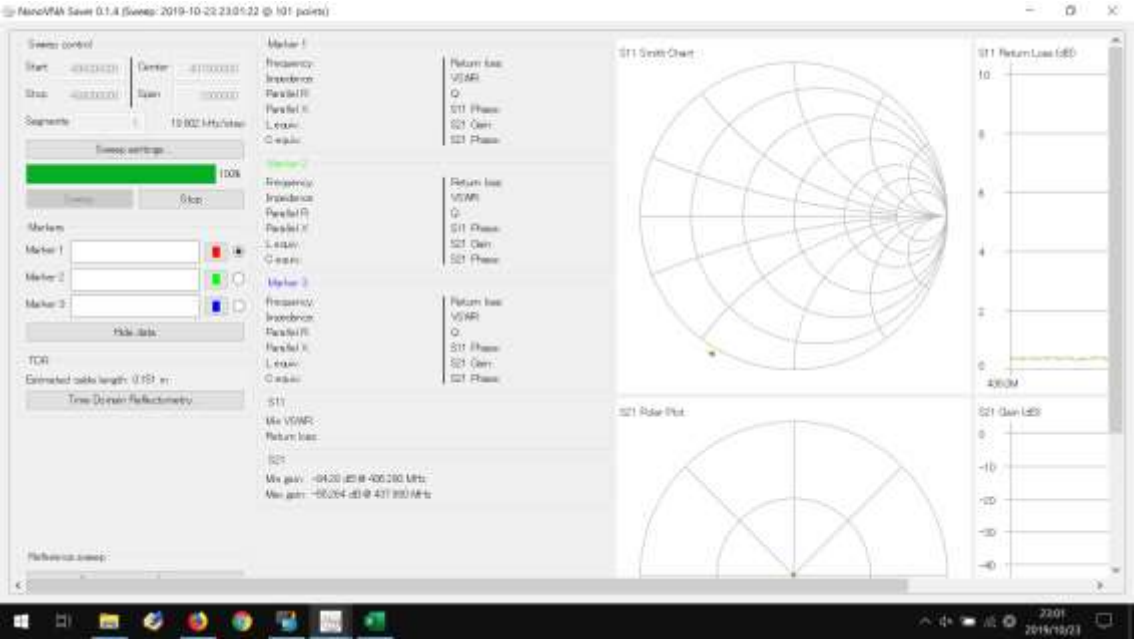
90mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



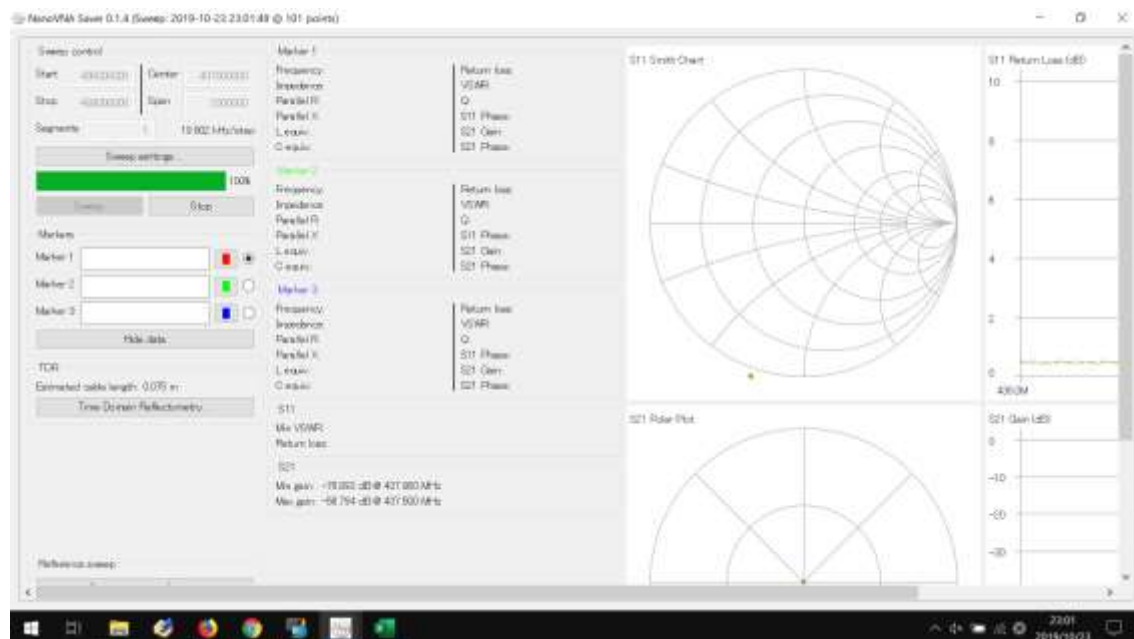
85mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



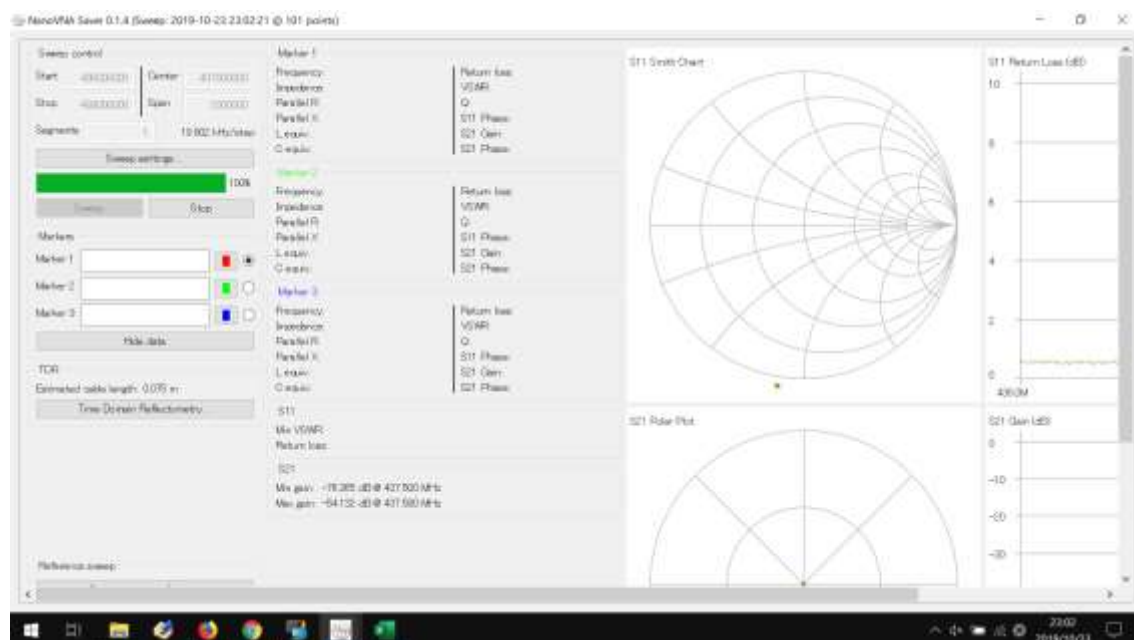
80mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



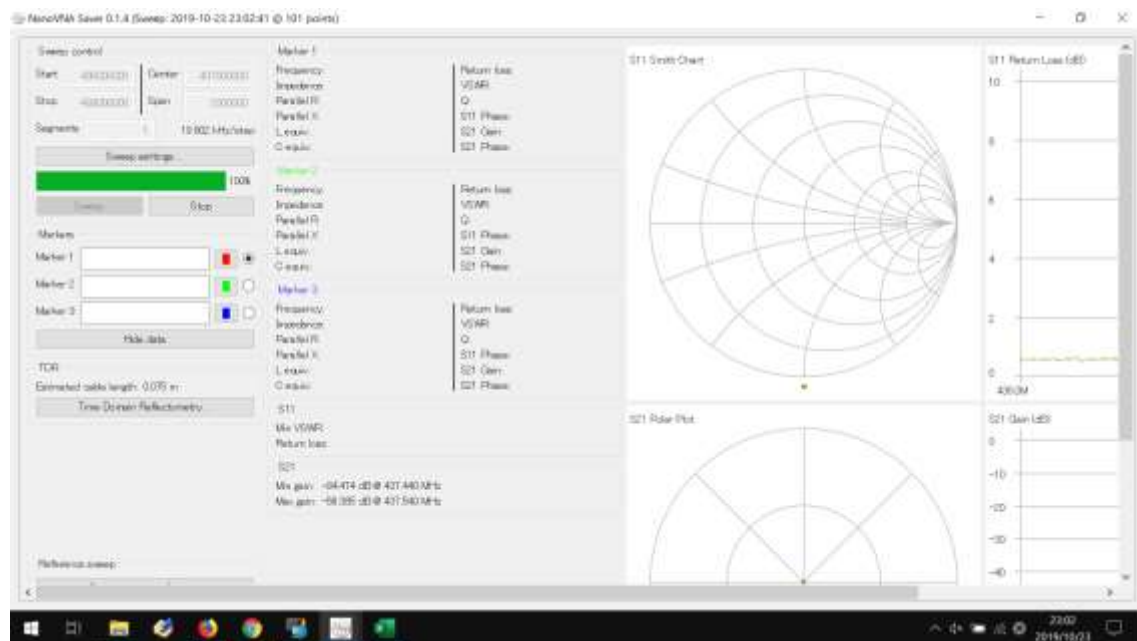
75mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



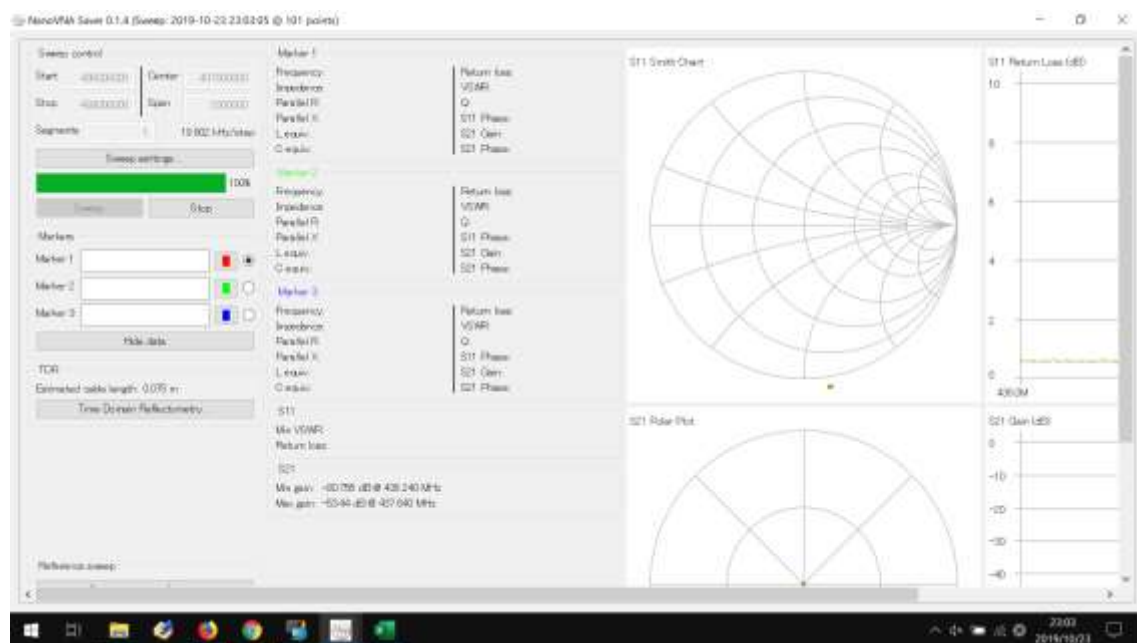
70mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



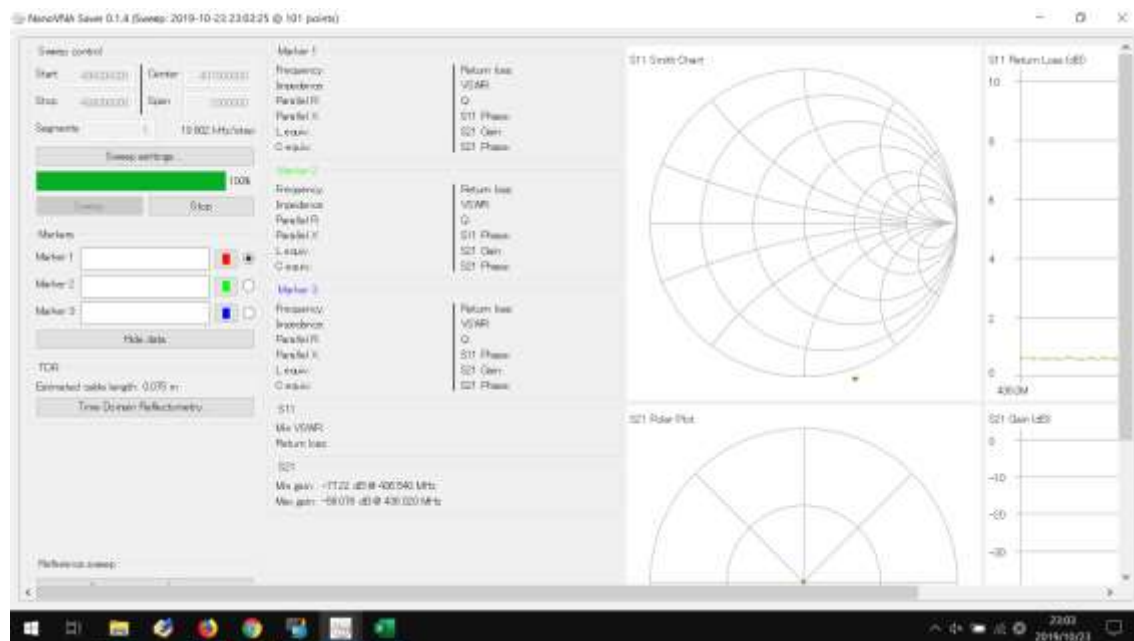
65mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



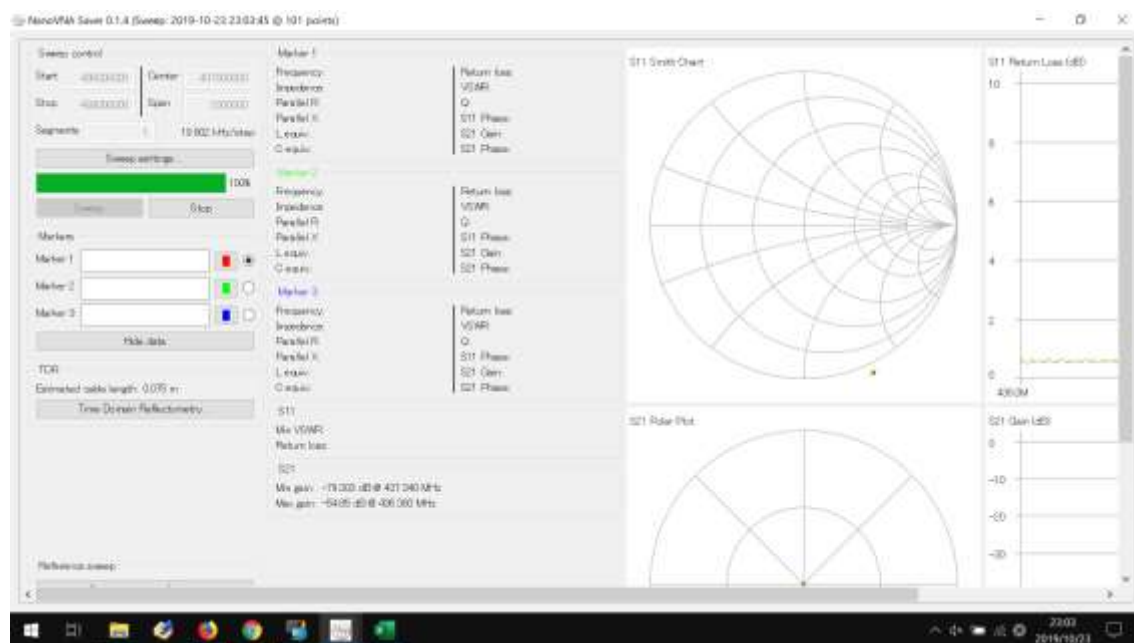
60mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



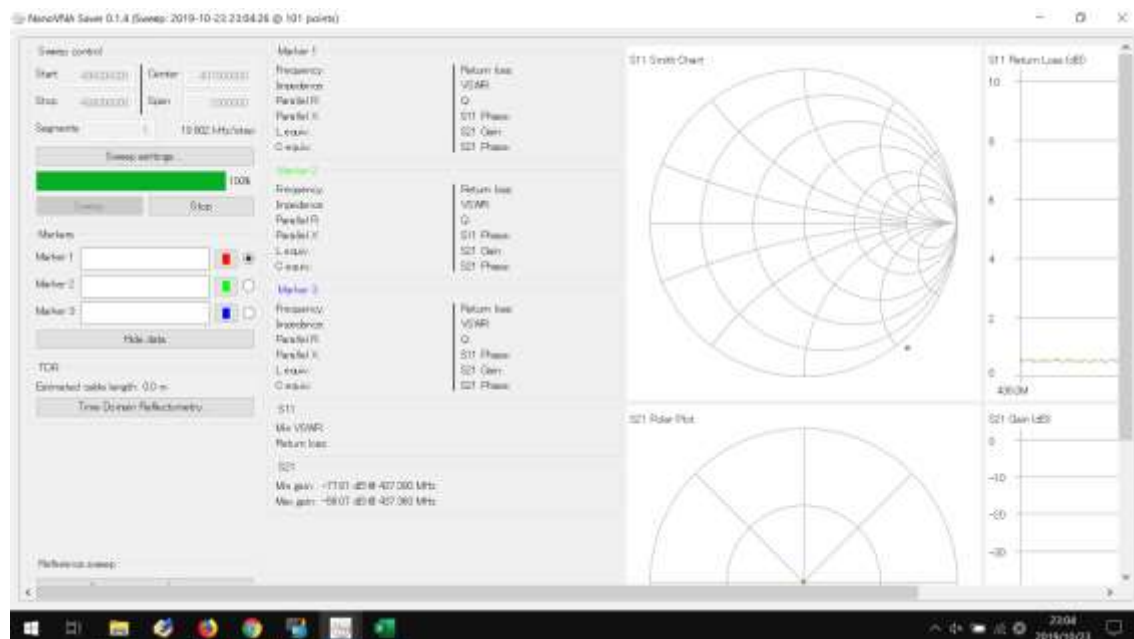
55mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



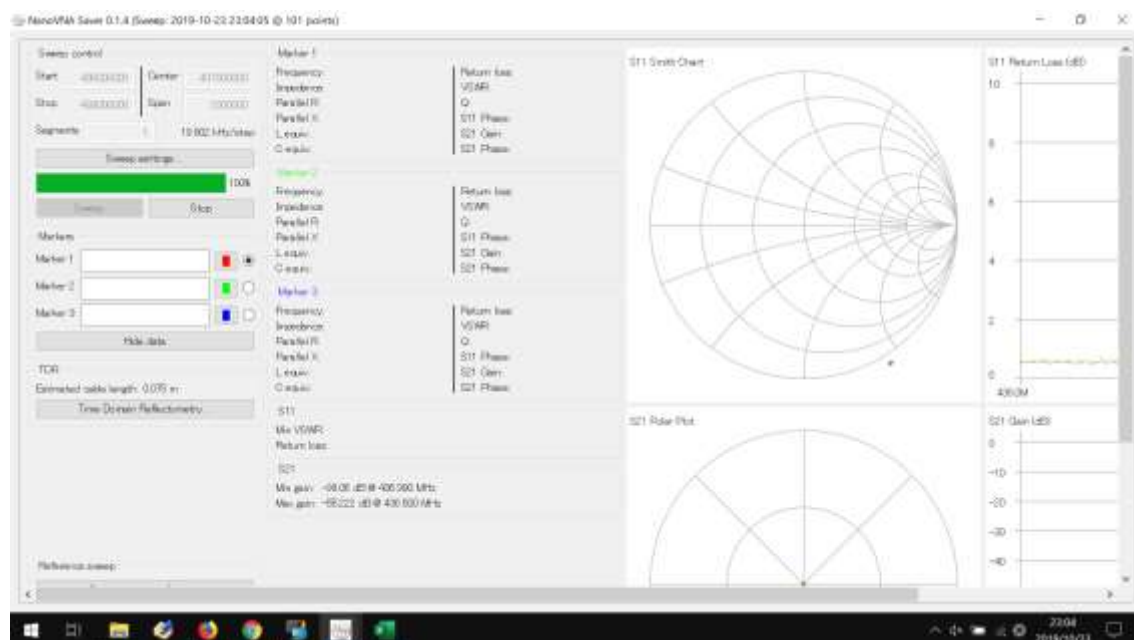
50mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



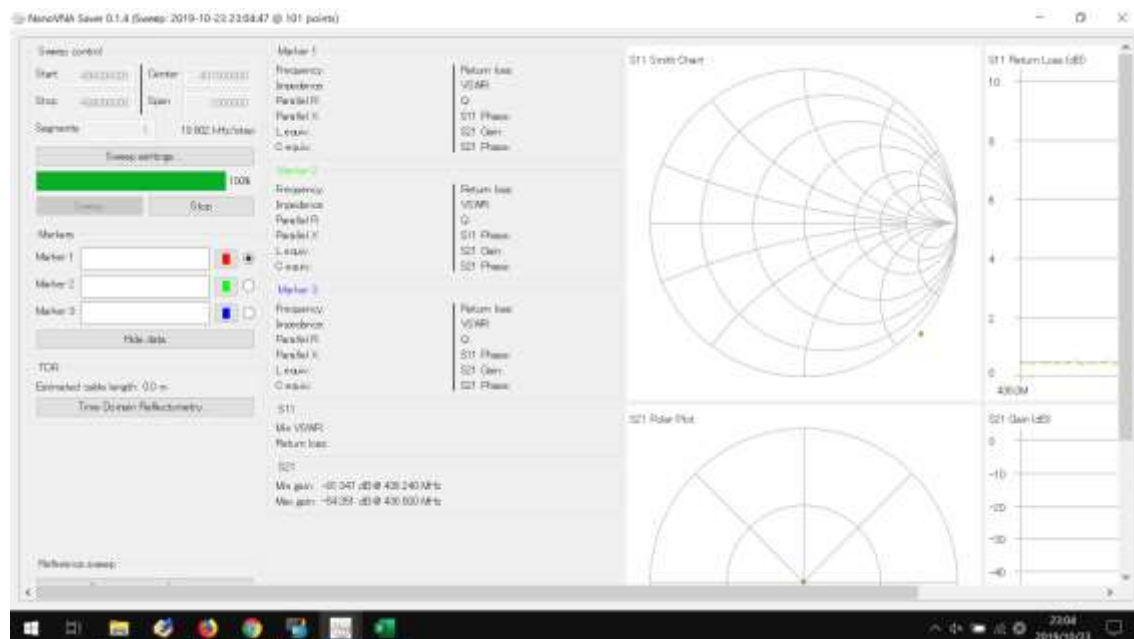
45m mの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



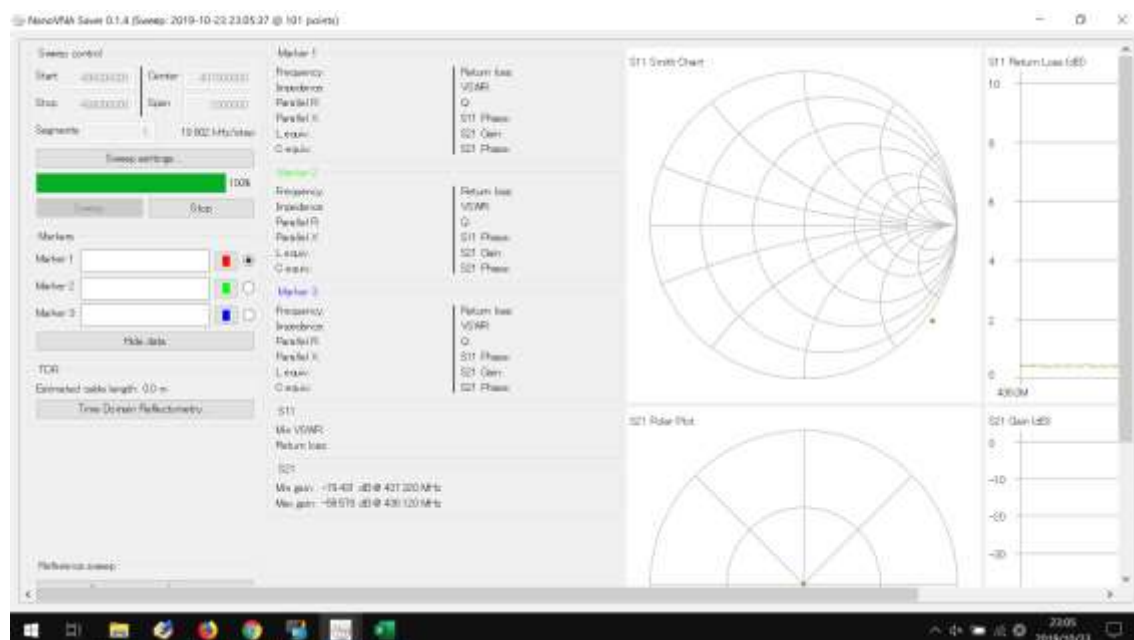
40m mの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



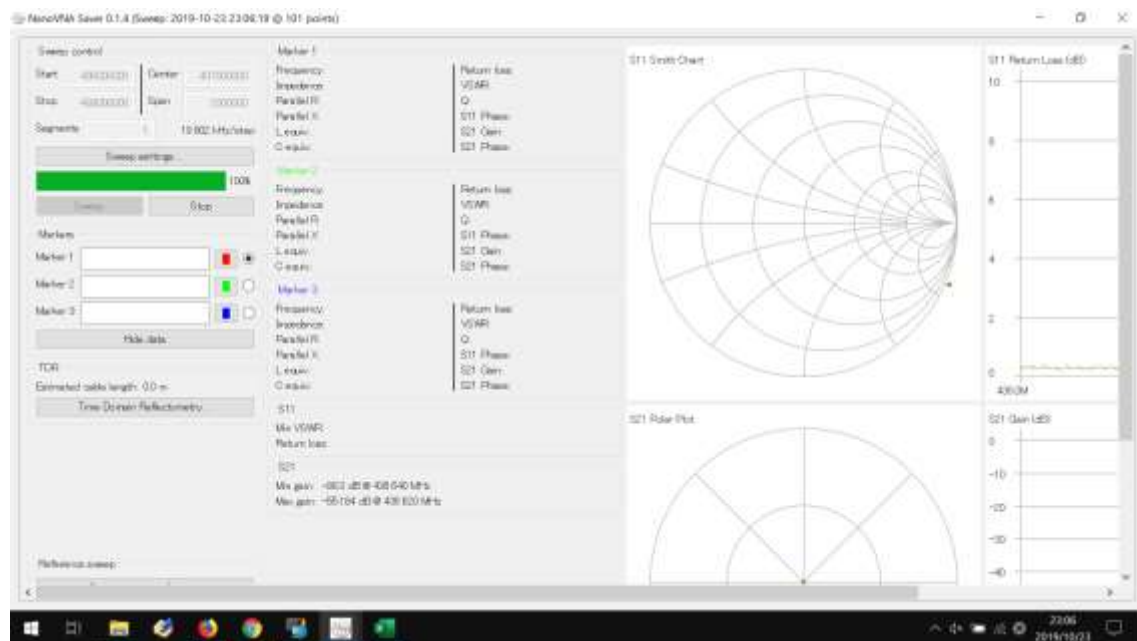
35mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



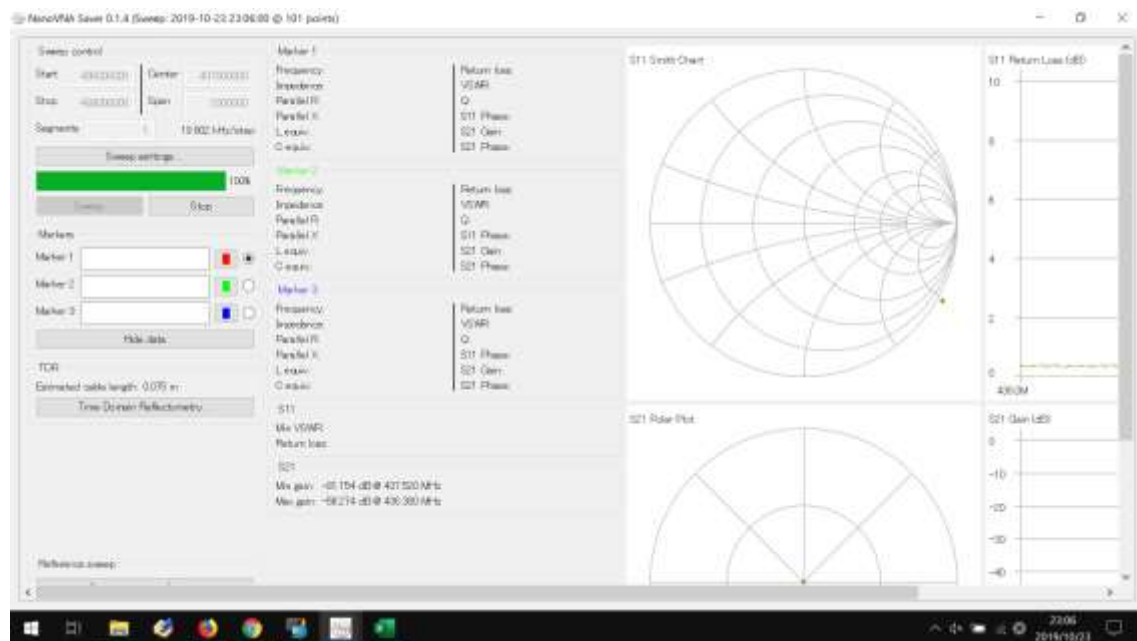
30mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



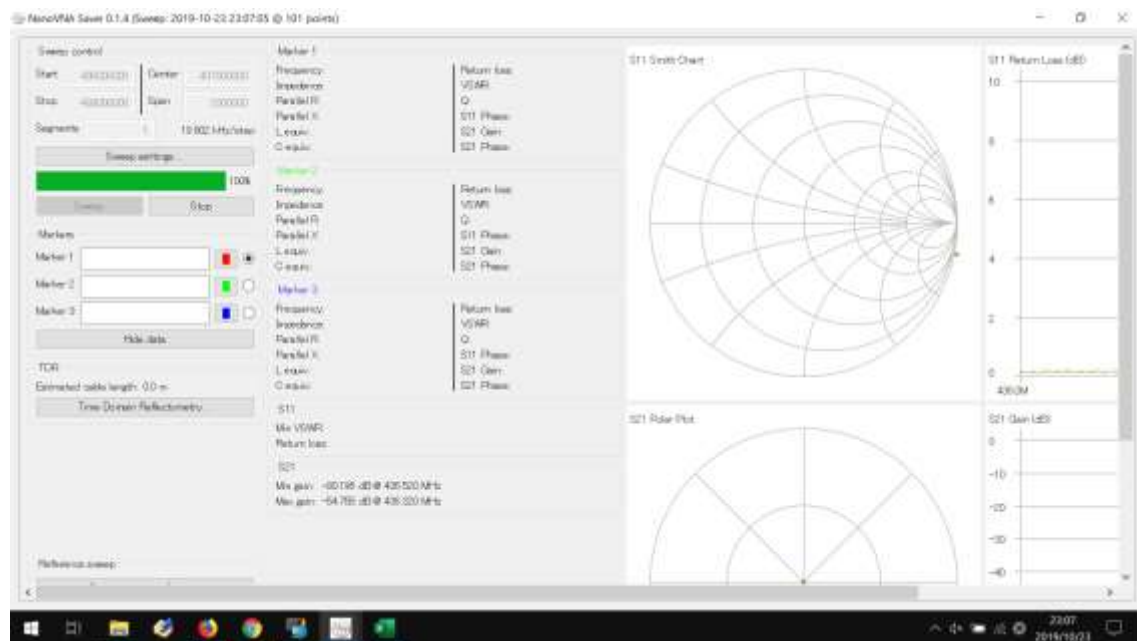
25m mの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



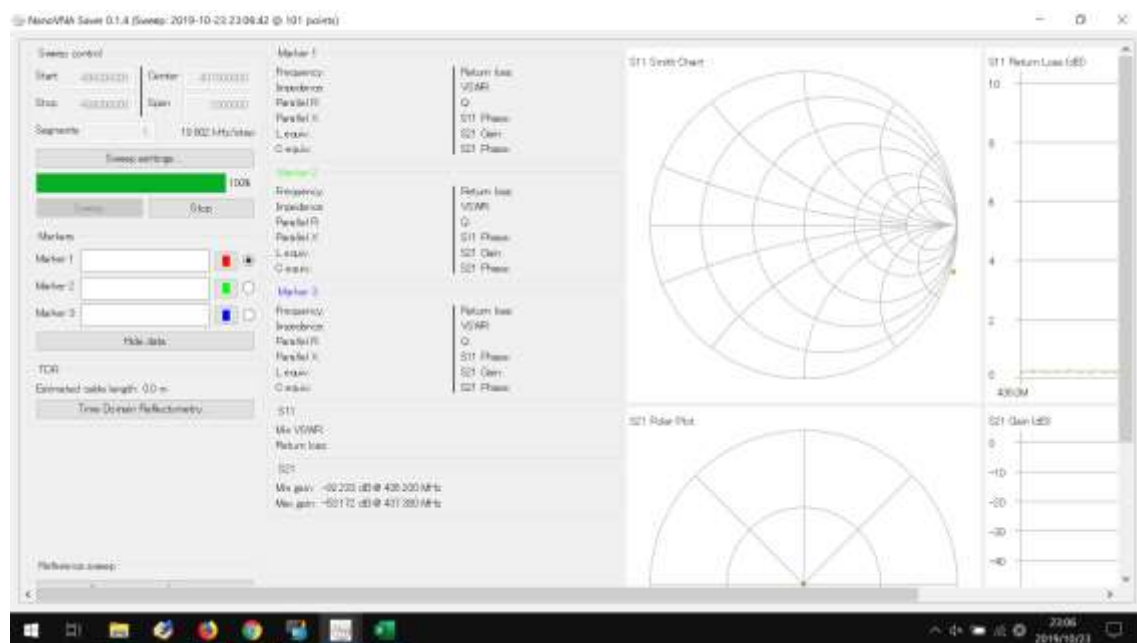
20m mの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



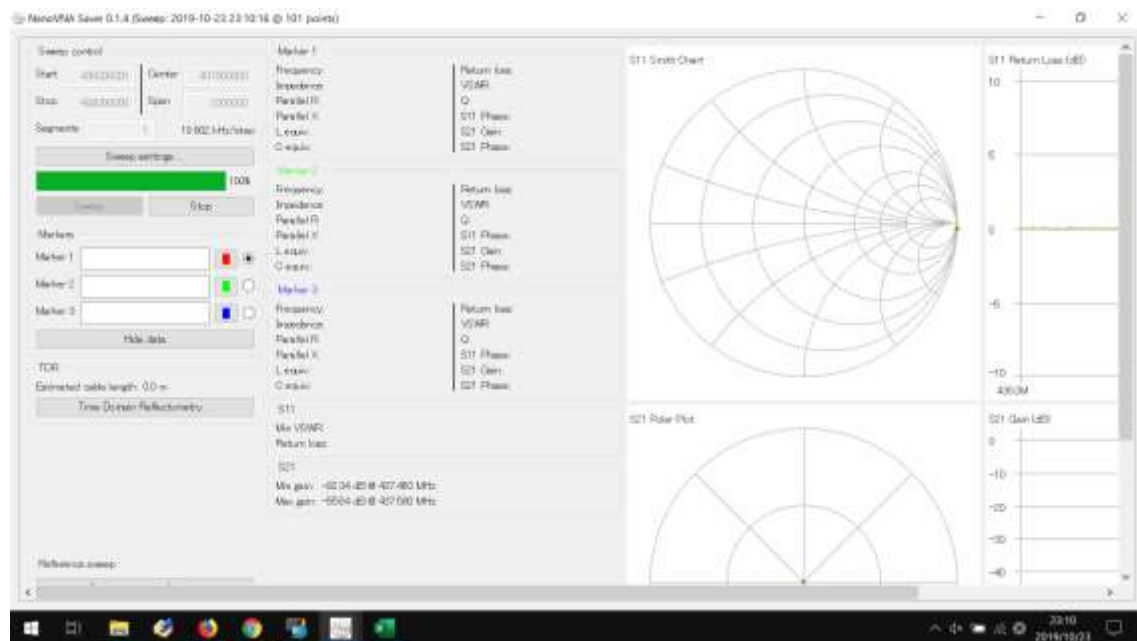
15m mの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



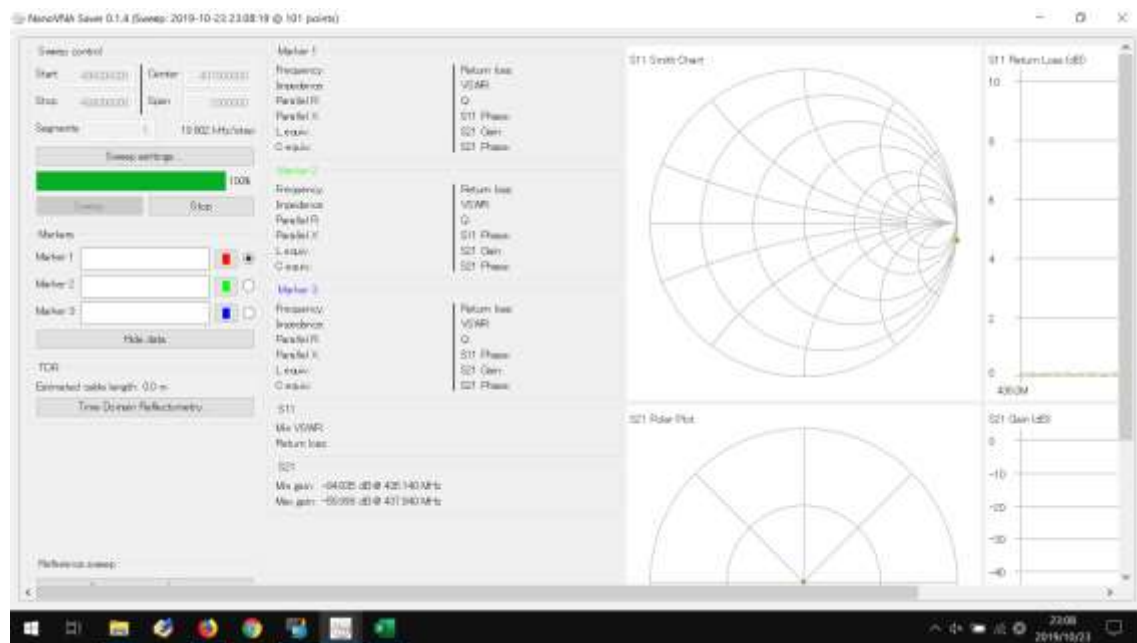
10m mの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



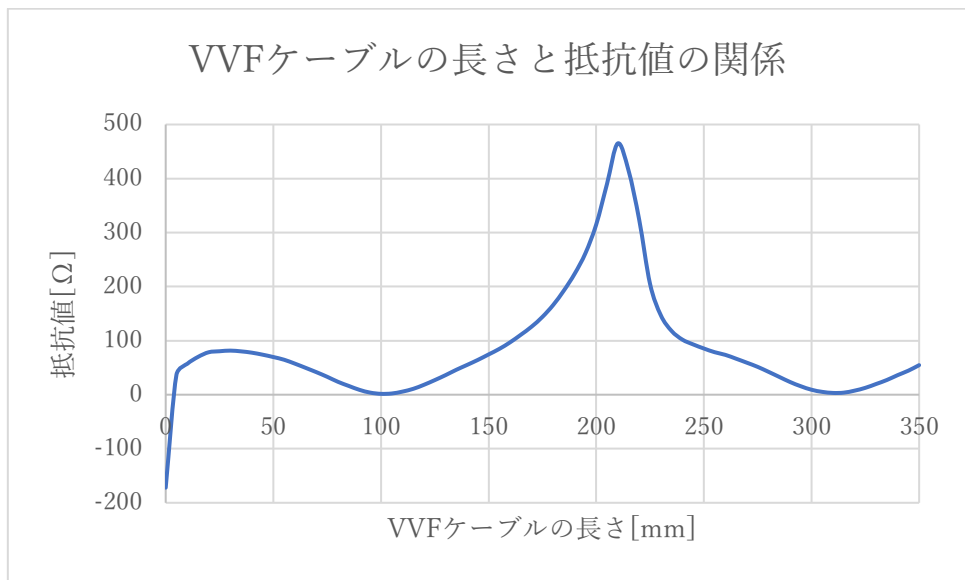
5mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



0mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



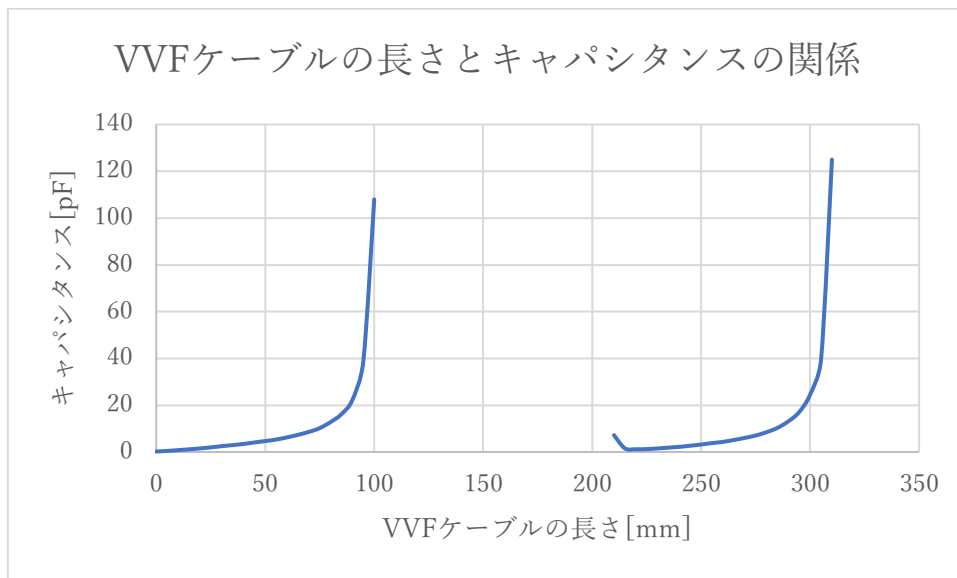
VVF ケーブルの長さ と 抵抗値 の関係を示します。



VVF ケーブルの長さ と インダクタンス の関係を示します。



VVF ケーブルの長さ と キャパシタンス の関係を示します。



以上の結果から、100mm から 105mm の間と 205mm から 210mm の間、310mm から 315mm の間で容量性と誘導性が変化していることが分かりました。

また、100mm から 105mm の間と 310mm から 315mm の間で抵抗値が 0 に近づき、205mm から 210mm の間では抵抗値が最大になる事が分かりました。

この結果から $1/4\lambda$ が 100mm から 105mm の間に、 $1/2\lambda$ が 205mm から 210mm の間になっていると考えられるので VVF ケーブルの短縮率は約 60%であることを確認しました。