

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。



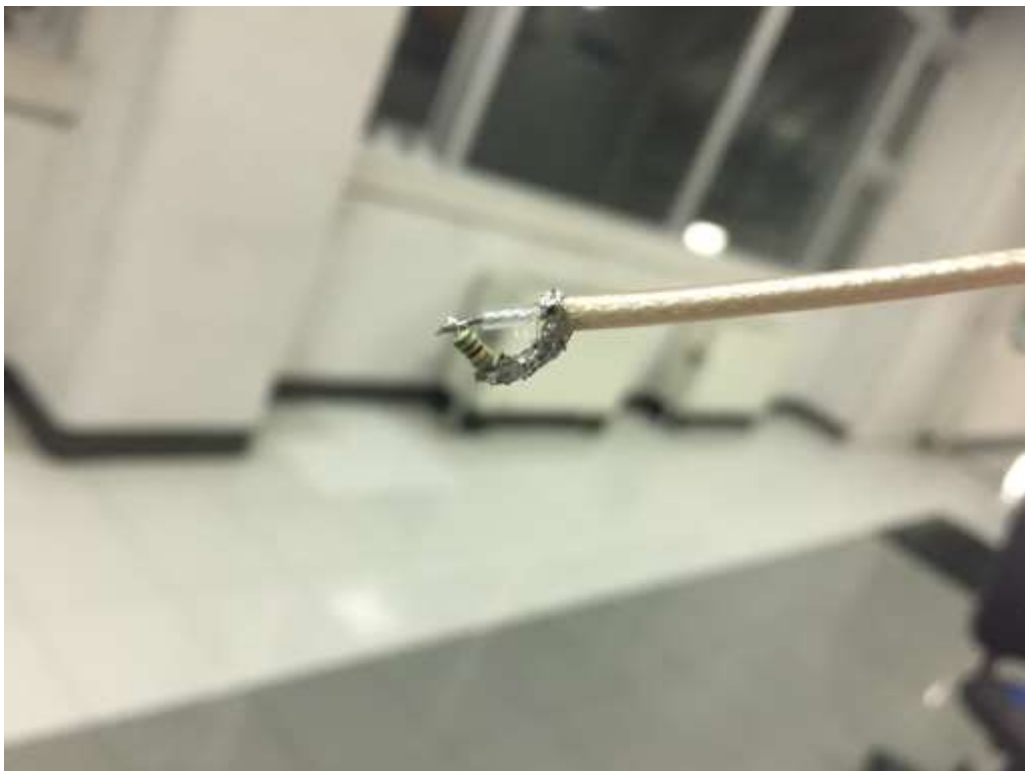
キャリブレーションの OPEN 時に接続した同軸ケーブルの状態を示します。



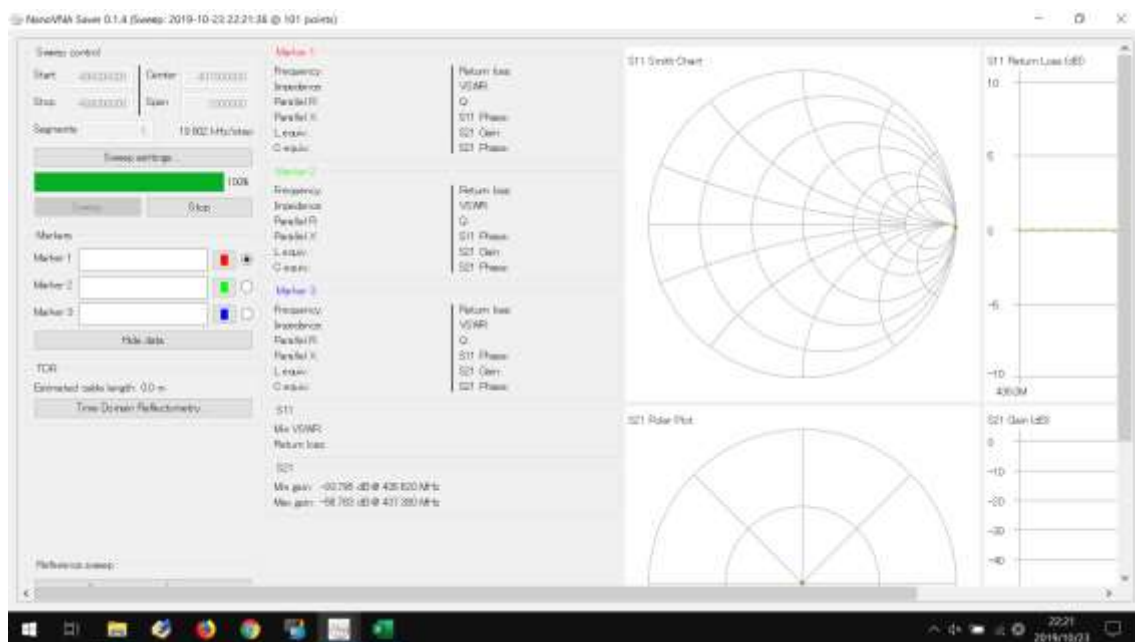
キャリブレーションの SHORT 時に接続した同軸ケーブルの状態を示します。



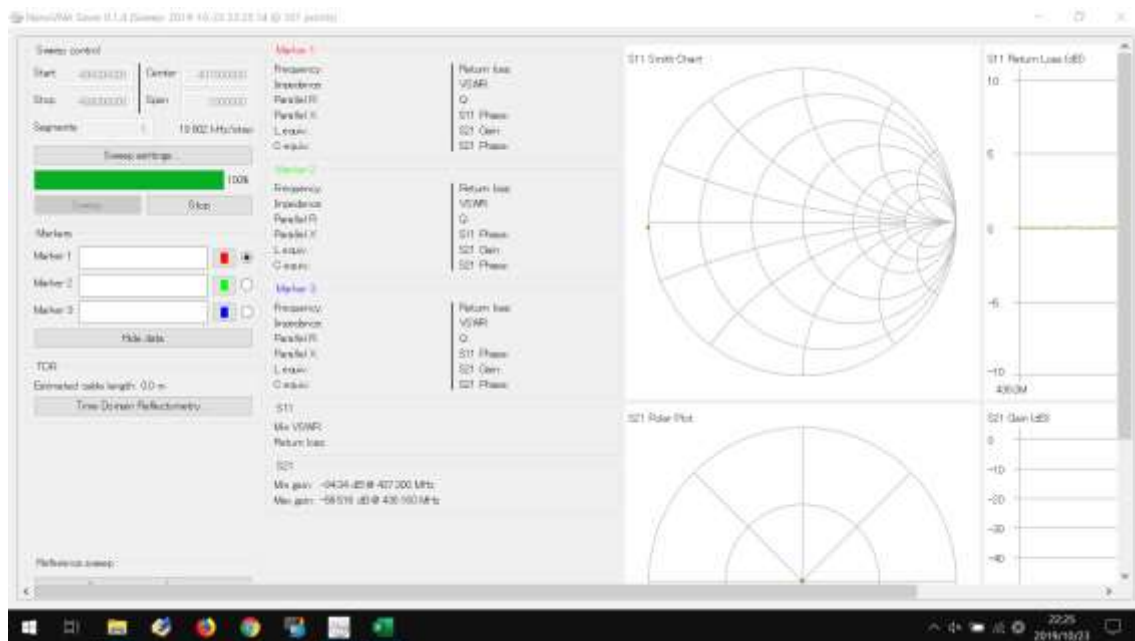
キャリブレーションの LOAD 時に接続した同軸ケーブルの状態を示します。



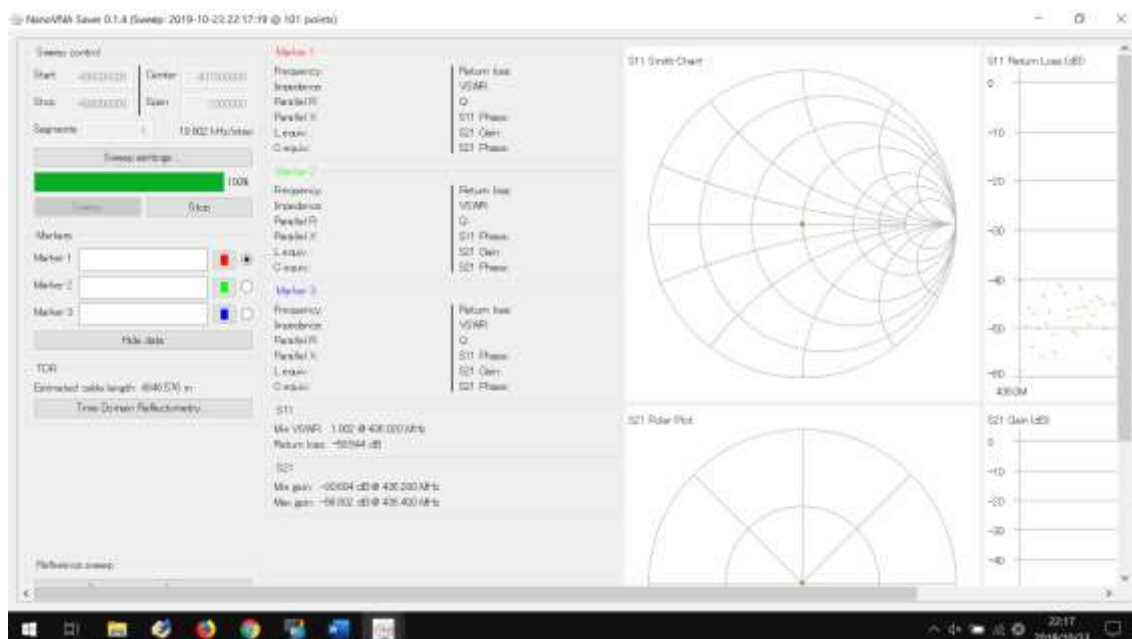
キャリブレーション後に OPEN 時に接続した同軸ケーブルを接続した時のスミスチャートの様子を示します。



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。



キャリブレーション後に LOAD 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。



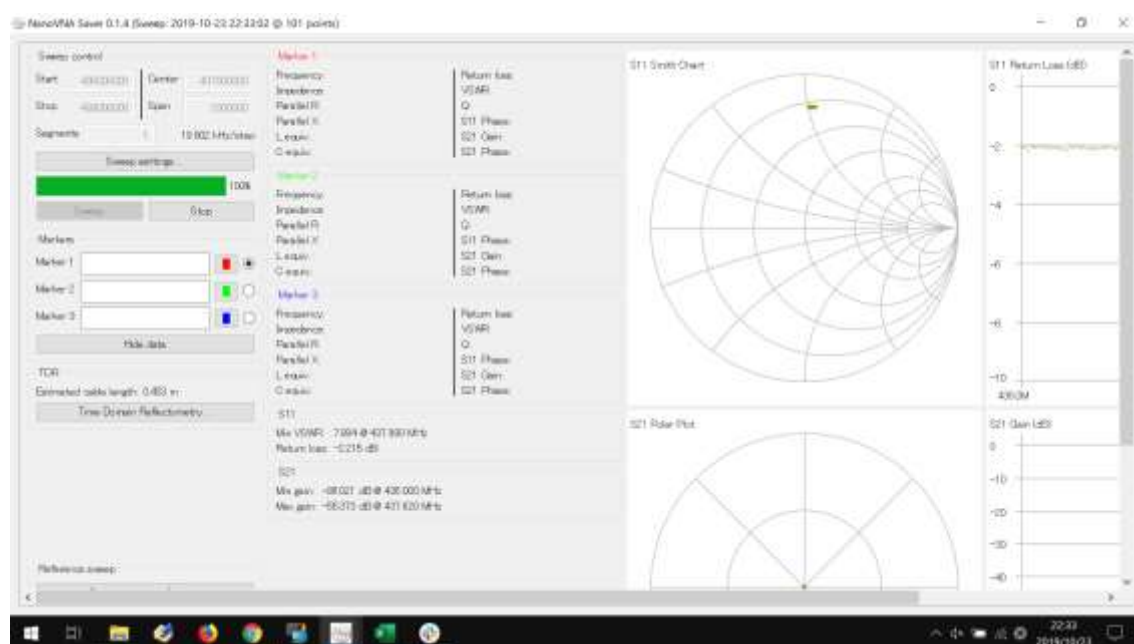
VVF ケーブルの長さ変化による特性の変化についての実験は以下の手順で行いました。

1. 同軸ケーブルを含めたキャリブレーションを行いました。
2. 350mmで VVF ケーブルを切断し、片方の断面の被覆を 3 mm 程度剥きました。
3. VVF ケーブルと同軸ケーブルを接続して 350mm 時の記録を残しました。
4. VVF ケーブルを 5 mm 切断し記録を残しました。
5. 4 と同様の手順で 0 mm になるまで切断と記録を繰り返しました。

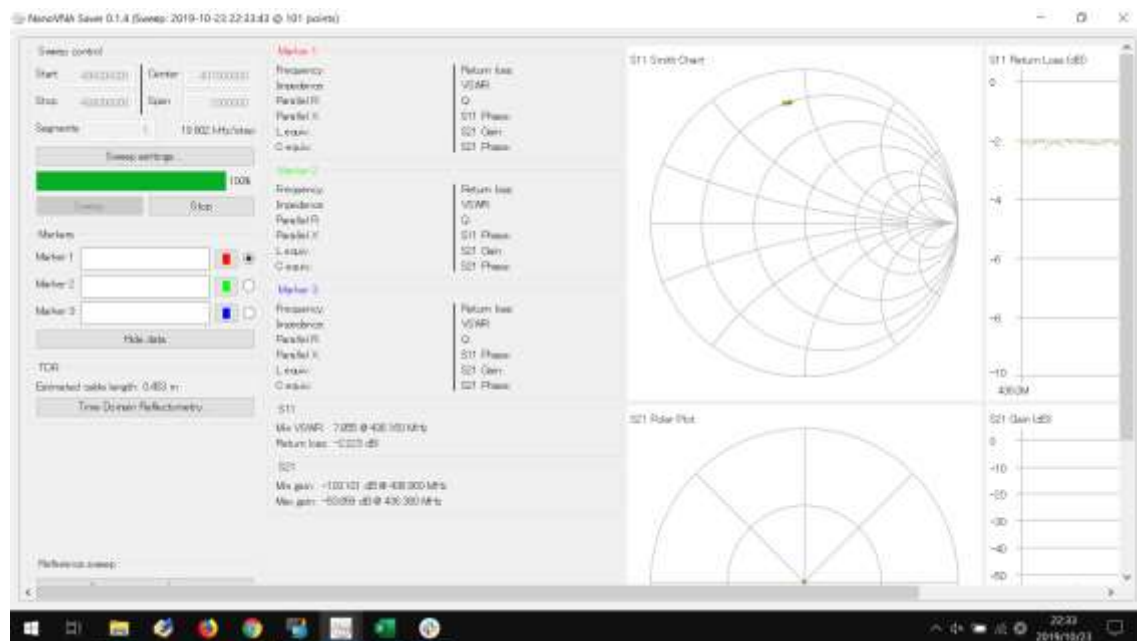
VVF ケーブルと同軸ケーブルを接続したときの接続部の様子を示します。



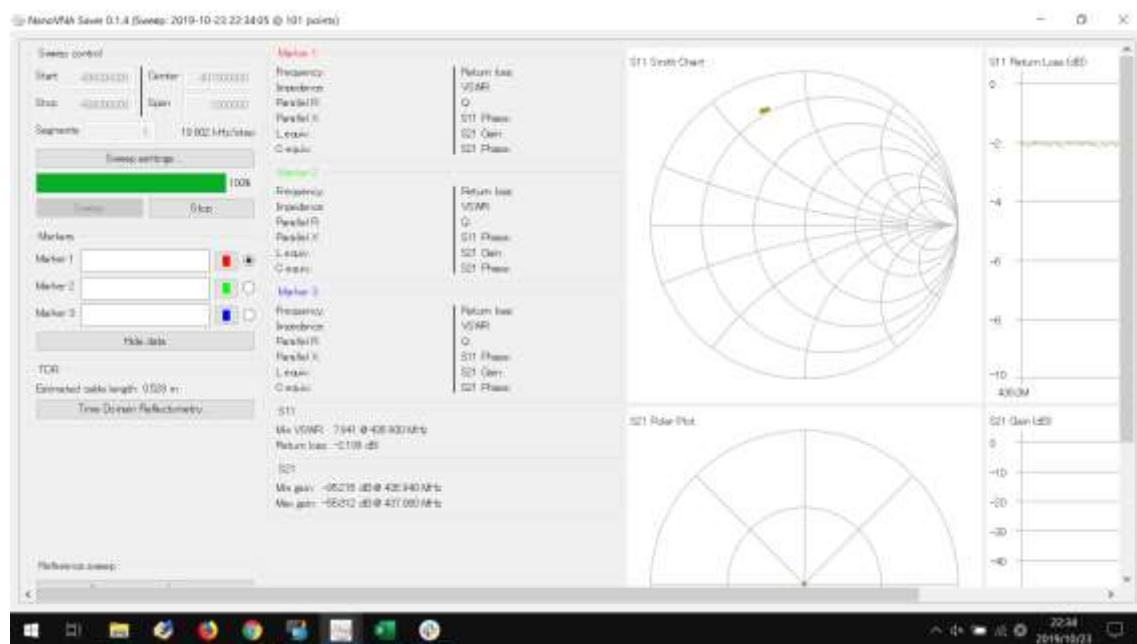
350mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



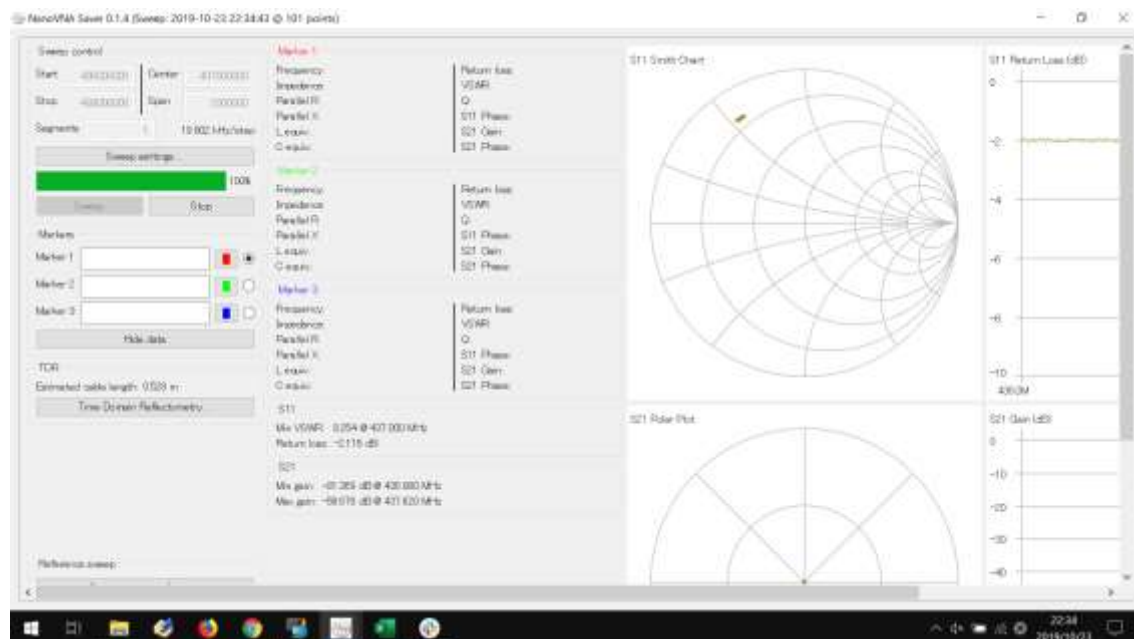
345mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



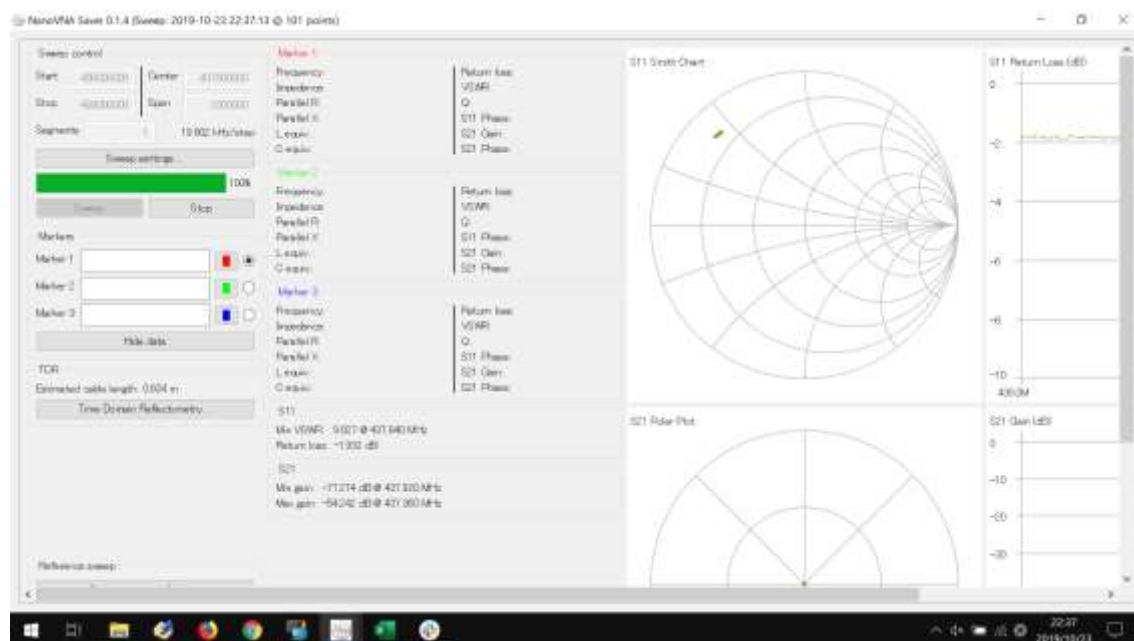
340mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



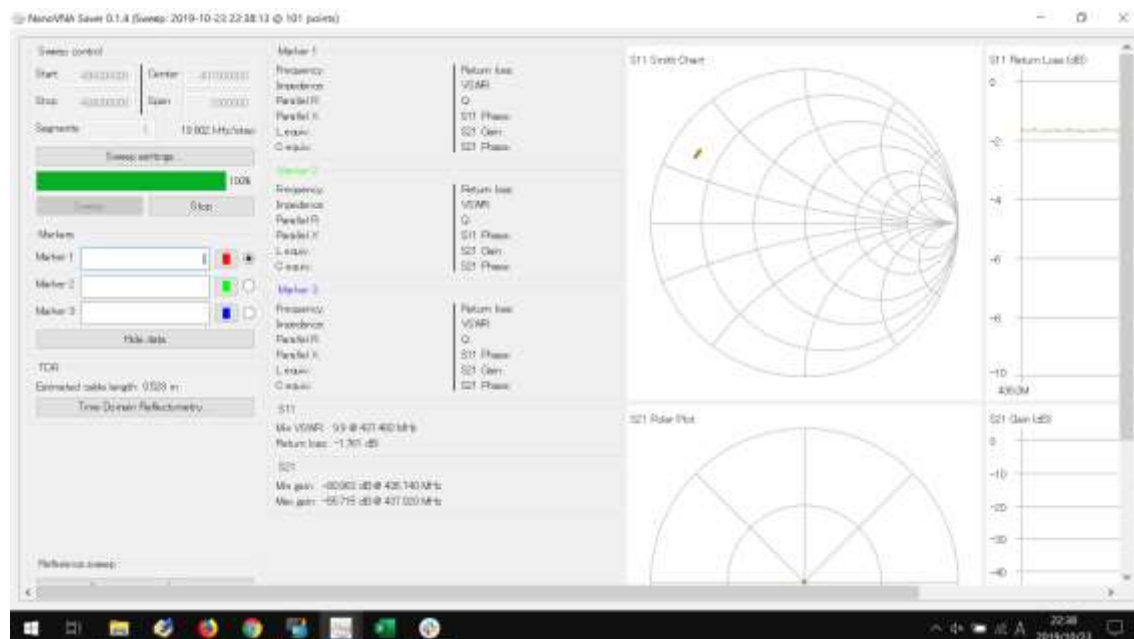
335mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



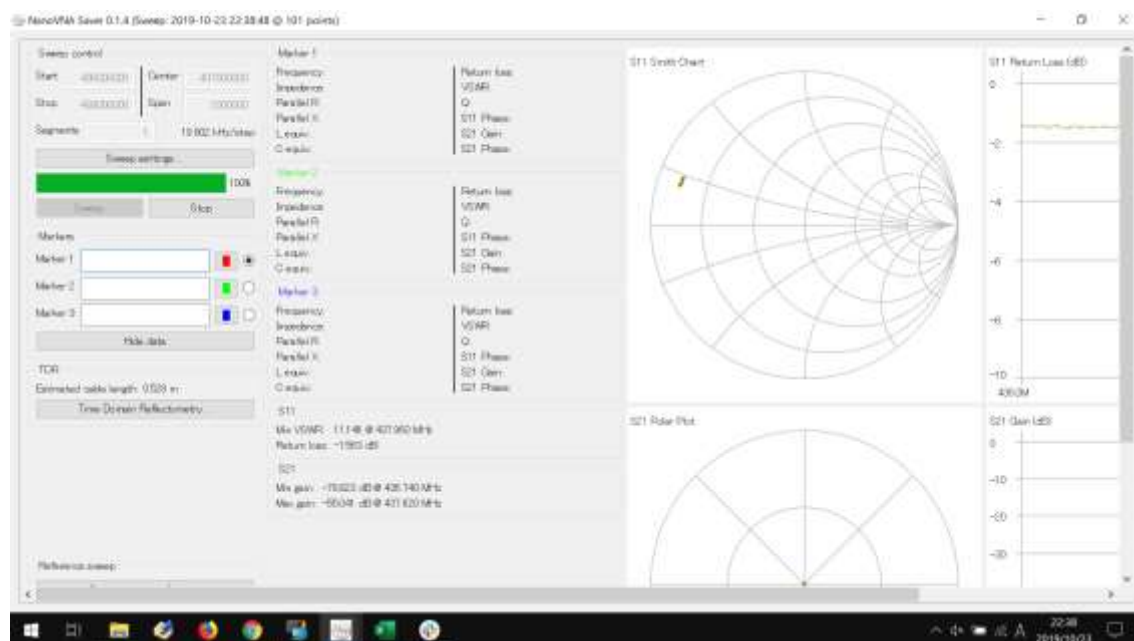
330mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



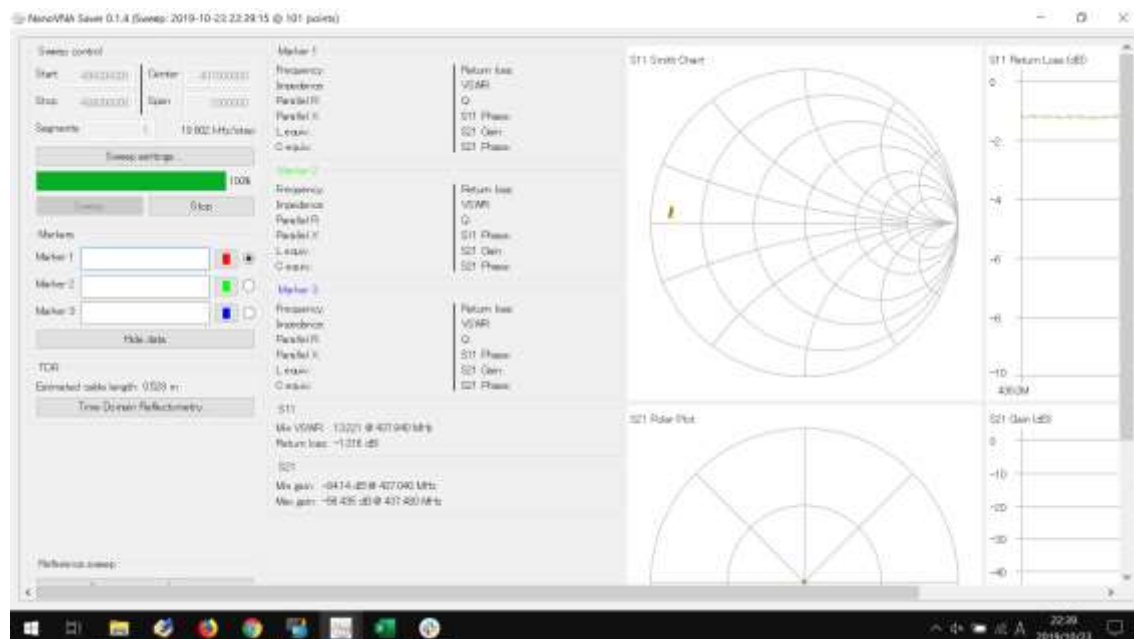
325mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



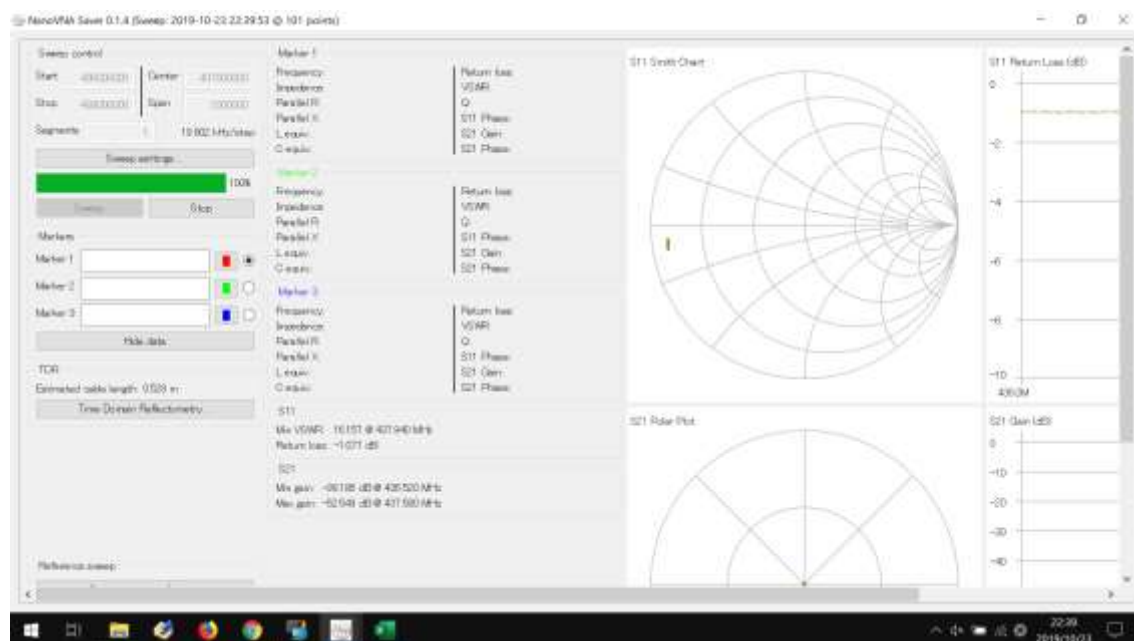
320mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



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。



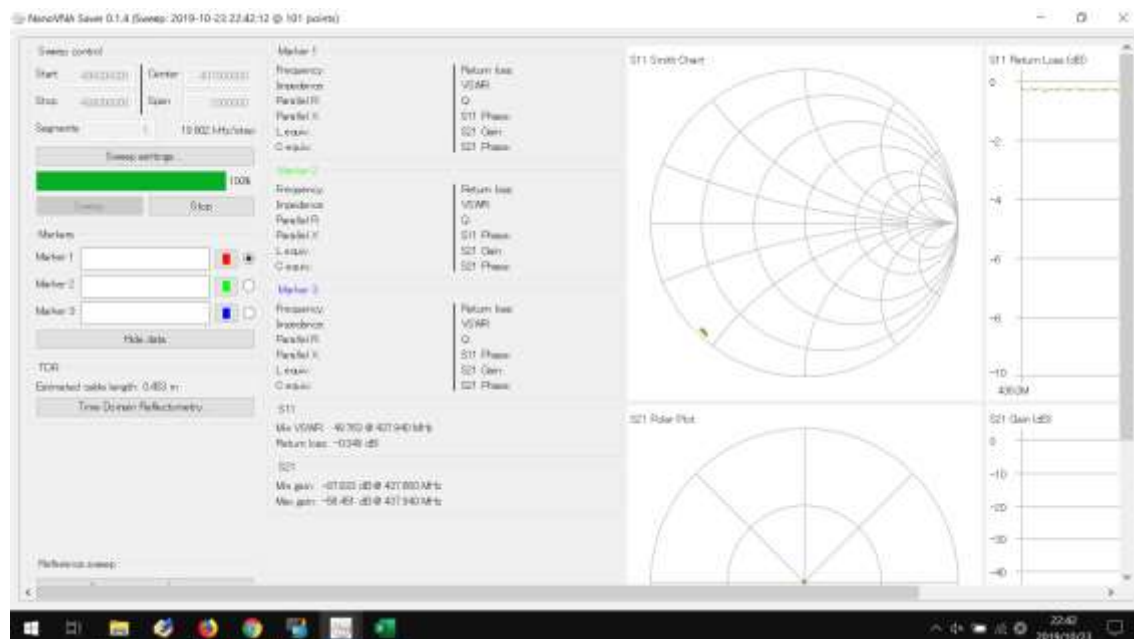
The screenshot displays the NanoVNA-Saver software interface. The top-left panel shows the 'Sweep control' section with 'Start' at 430.000000, 'Center' at 437.000000, 'Stop' at 438.000000, 'Span' at 1000000, and 'Segments' at 10. The 'Sweep settings' section shows a green bar at 100% and a 'Sweep' button. The 'Markers' section lists three markers: Marker 1 (red), Marker 2 (green), and Marker 3 (blue). The 'TCR' section shows 'Extracted cable length: 0.000 m' and a 'True Domain Reflectometry' button. The 'Reference sweep' section is empty.

The top-right panel shows the 'Marker 1' data for Frequency: 100.000000, Impedance: 1.000000, Real(R): 1.000000, Imag(I): 0.000000, and Return loss: 0.000000. The 'Marker 2' data shows Frequency: 100.000000, Impedance: 1.000000, Real(R): 1.000000, Imag(I): 0.000000, and Return loss: 0.000000. The 'Marker 3' data shows Frequency: 100.000000, Impedance: 1.000000, Real(R): 1.000000, Imag(I): 0.000000, and Return loss: 0.000000.

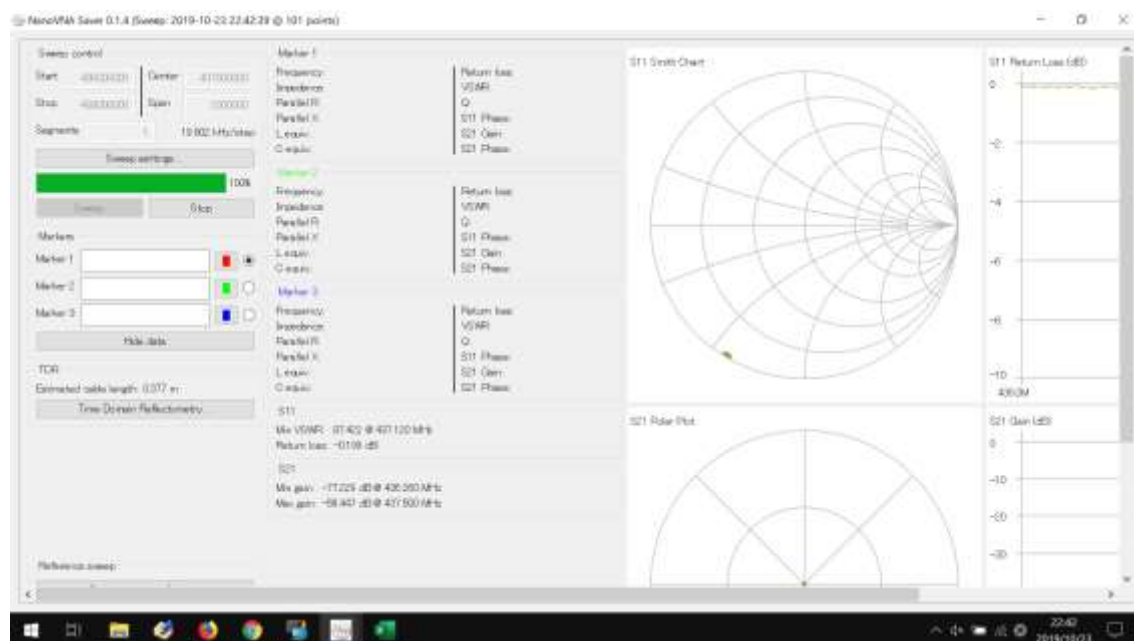
The bottom-left panel shows the 'S11' plot, which is a Smith Chart. The 'S21' plot is a Return Loss plot. The 'S11 Smith Chart' shows a yellow marker at the center of the chart. The 'S21 Return Loss (dB)' plot shows a yellow line at 0 dB.

The bottom-right panel shows the 'S21 Polar Plot' and the 'S21 Gain (dB)' plot. The 'S21 Polar Plot' shows a yellow marker at the center of the chart. The 'S21 Gain (dB)' plot shows a yellow line at 0 dB.

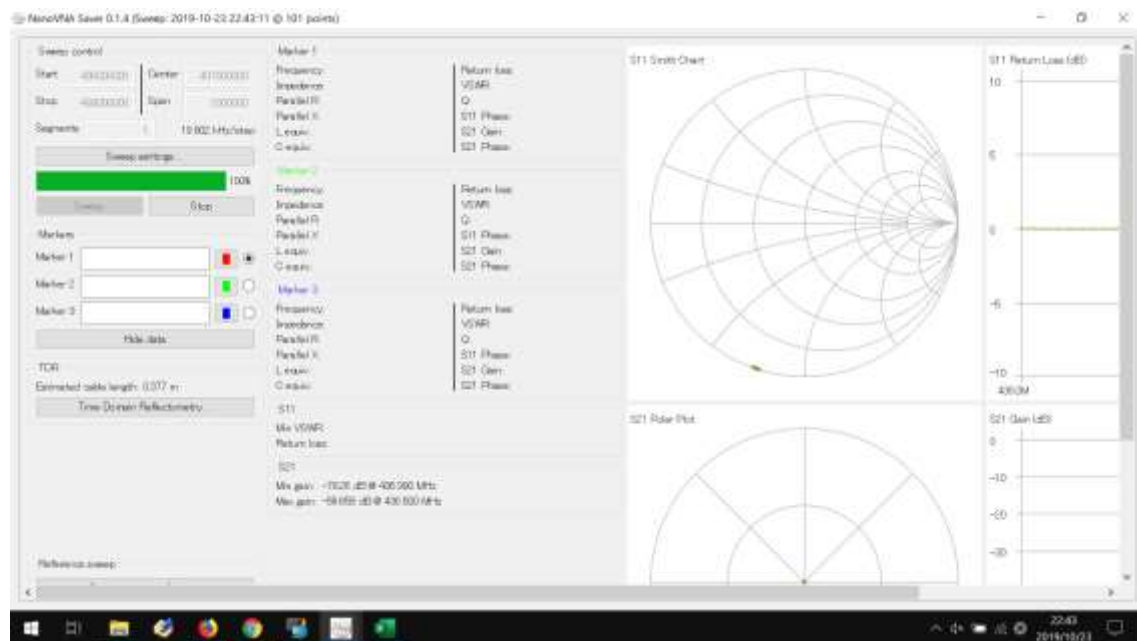
295mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



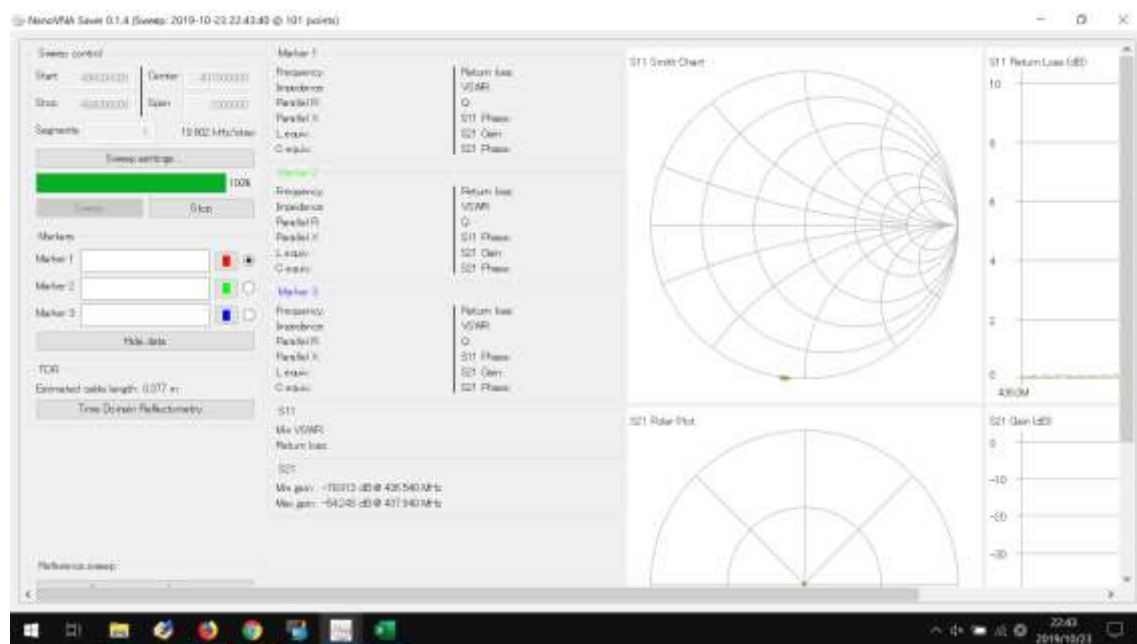
290mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



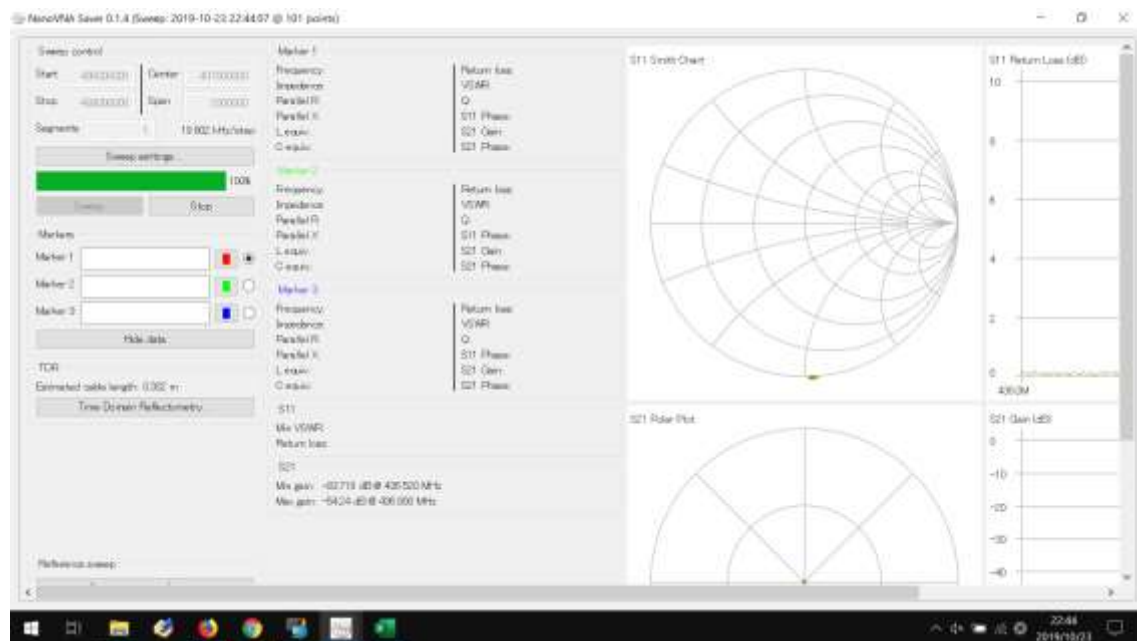
285mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



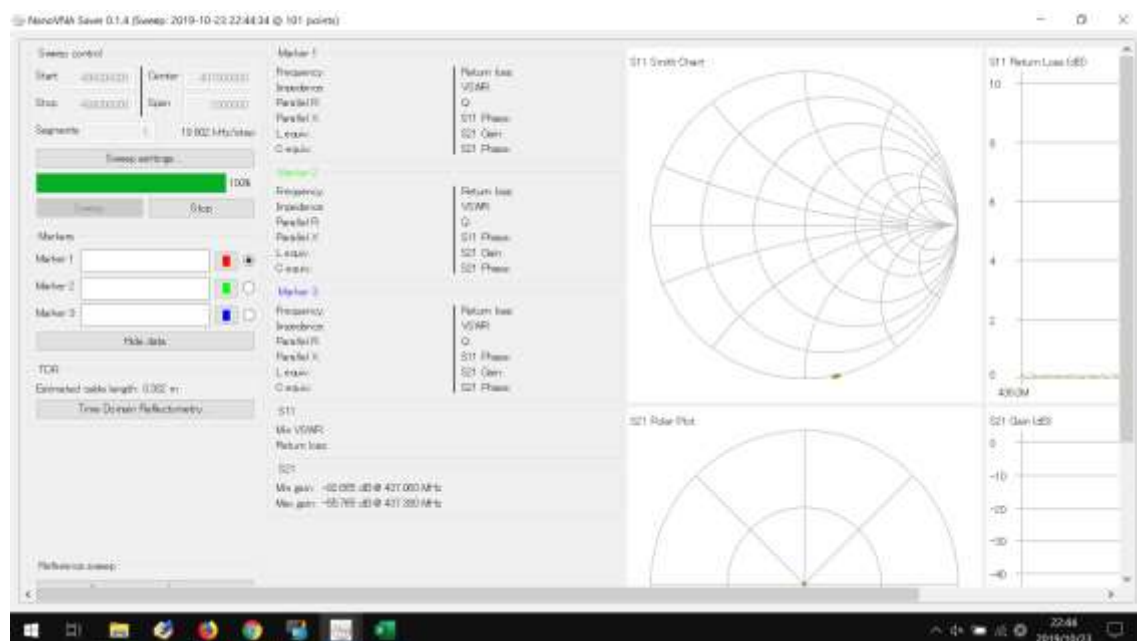
280mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



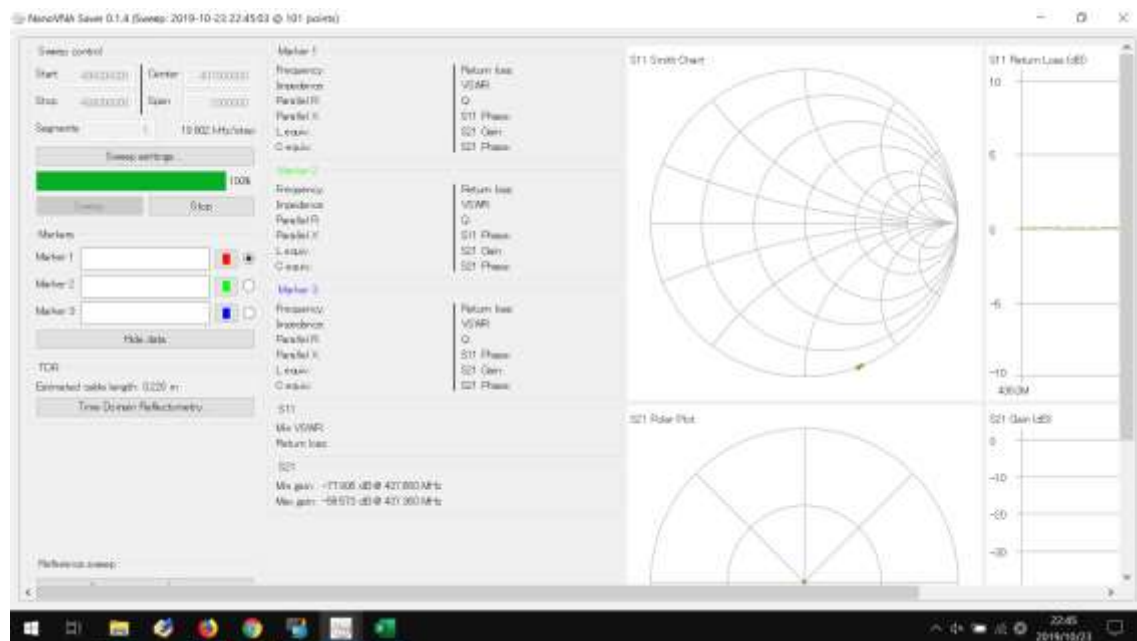
275mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



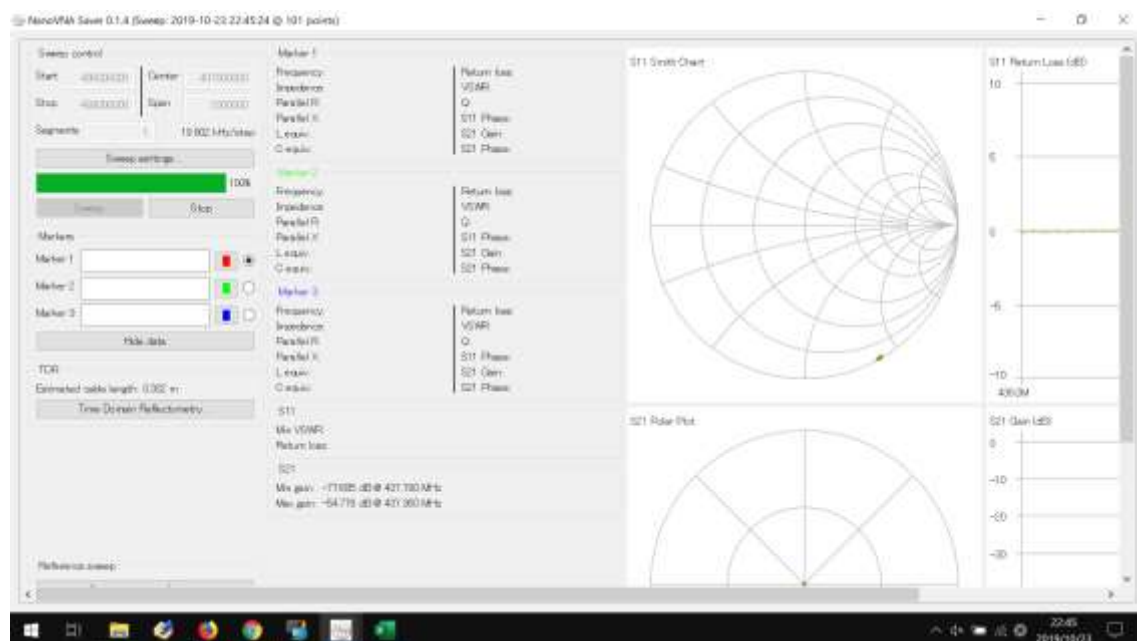
270mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



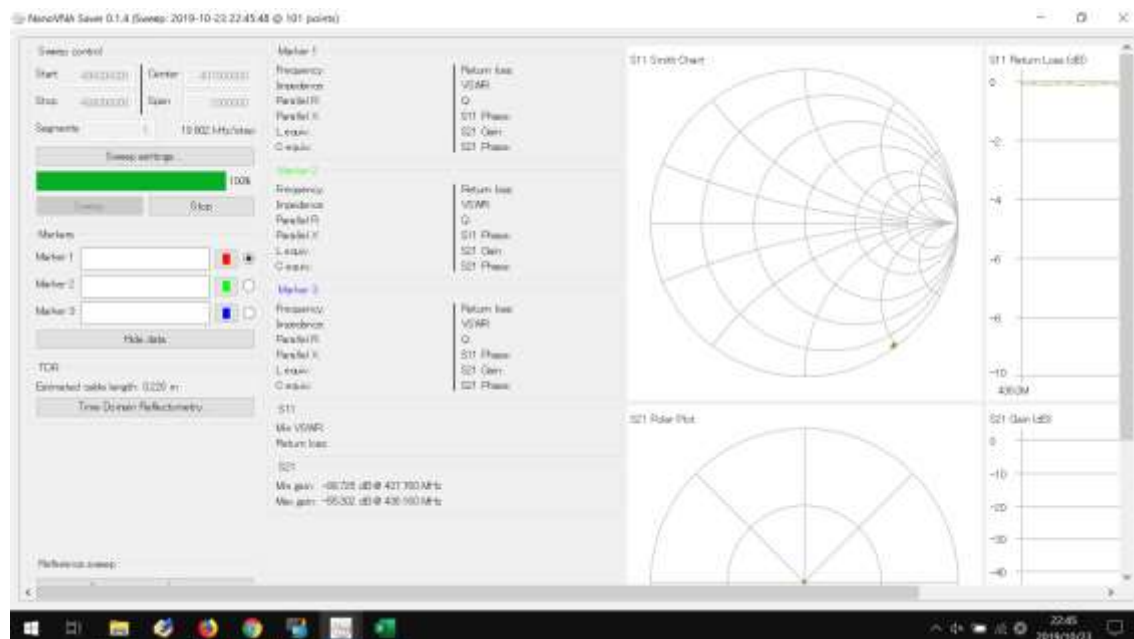
265 mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



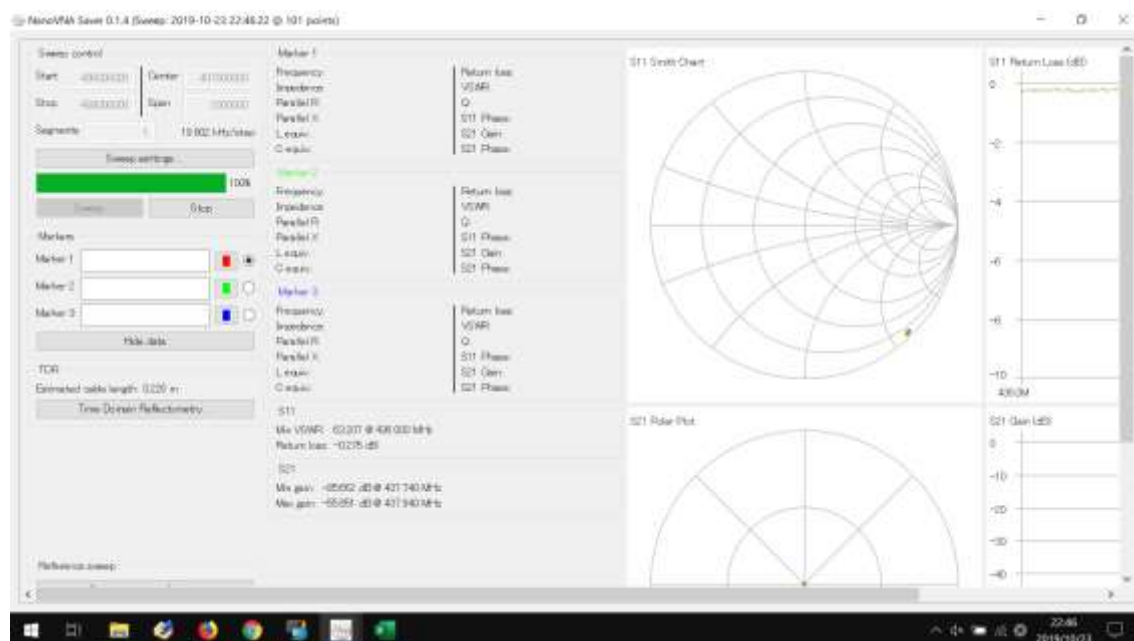
260 mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



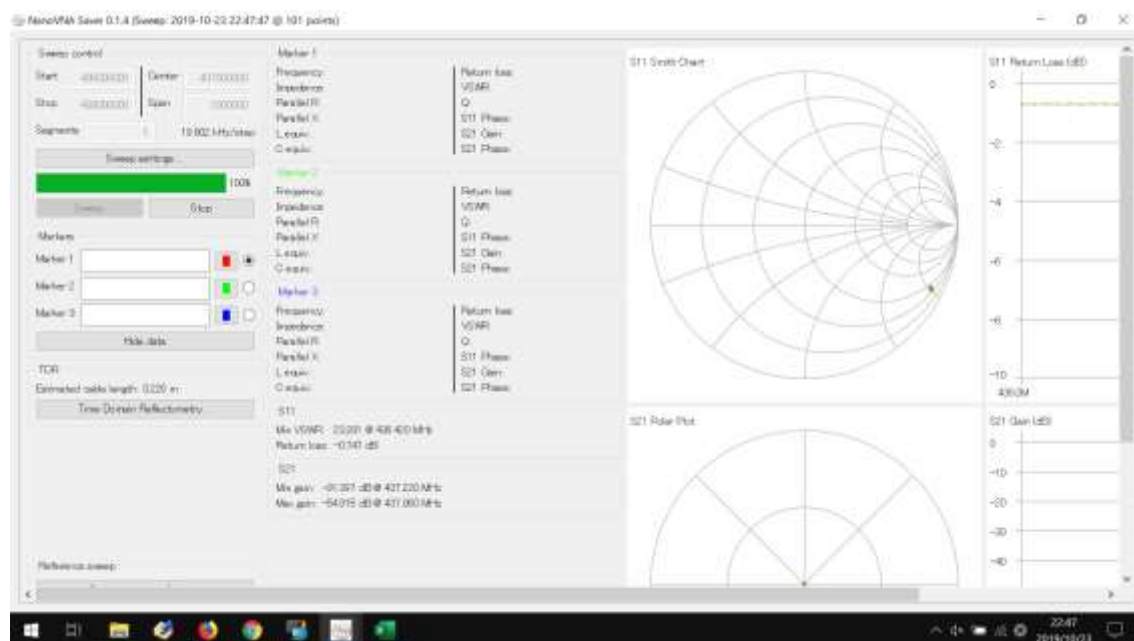
255 mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



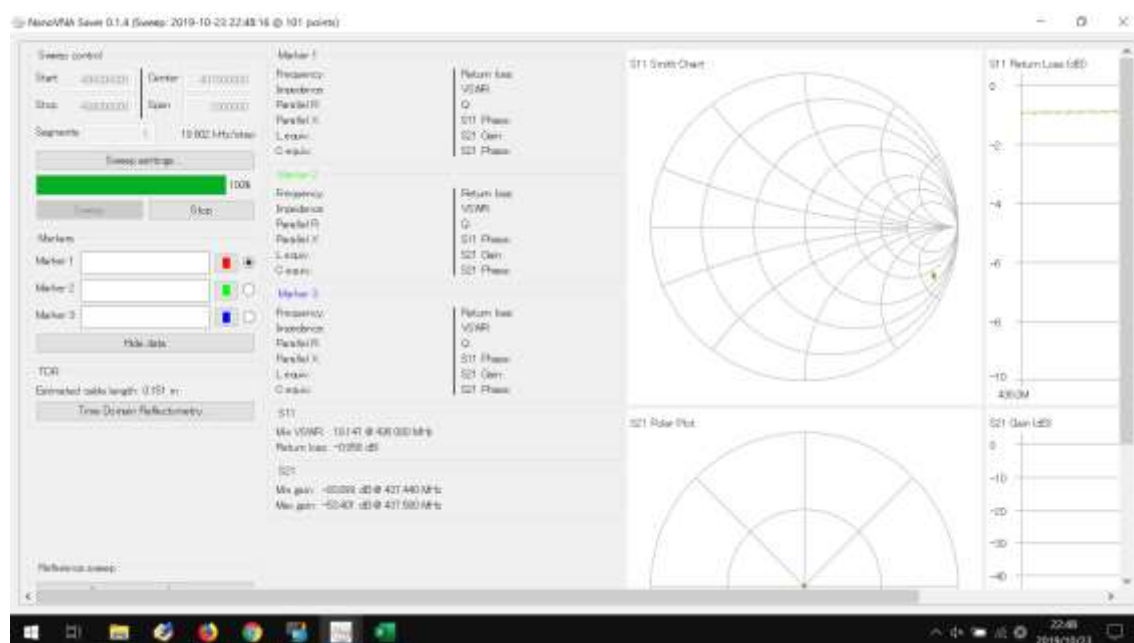
250 mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



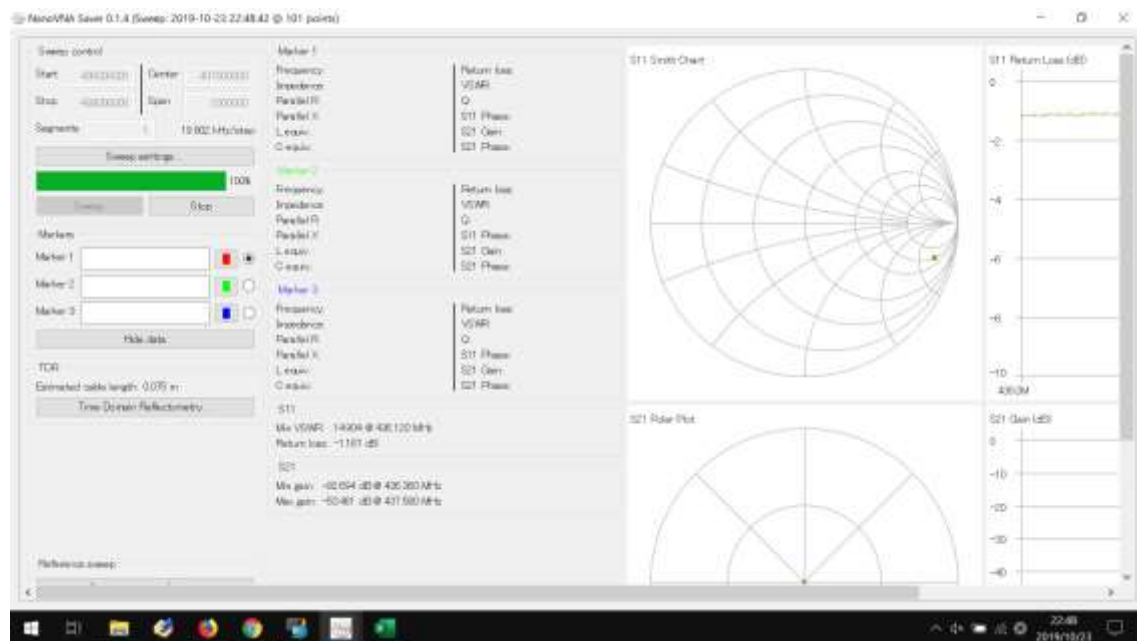
235mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



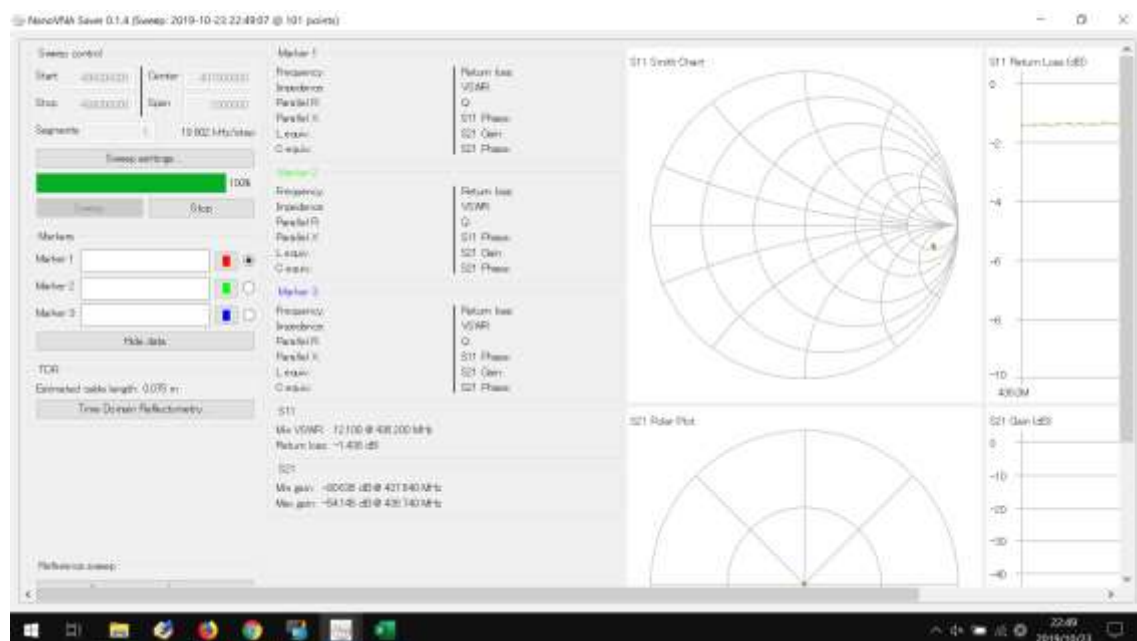
230mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



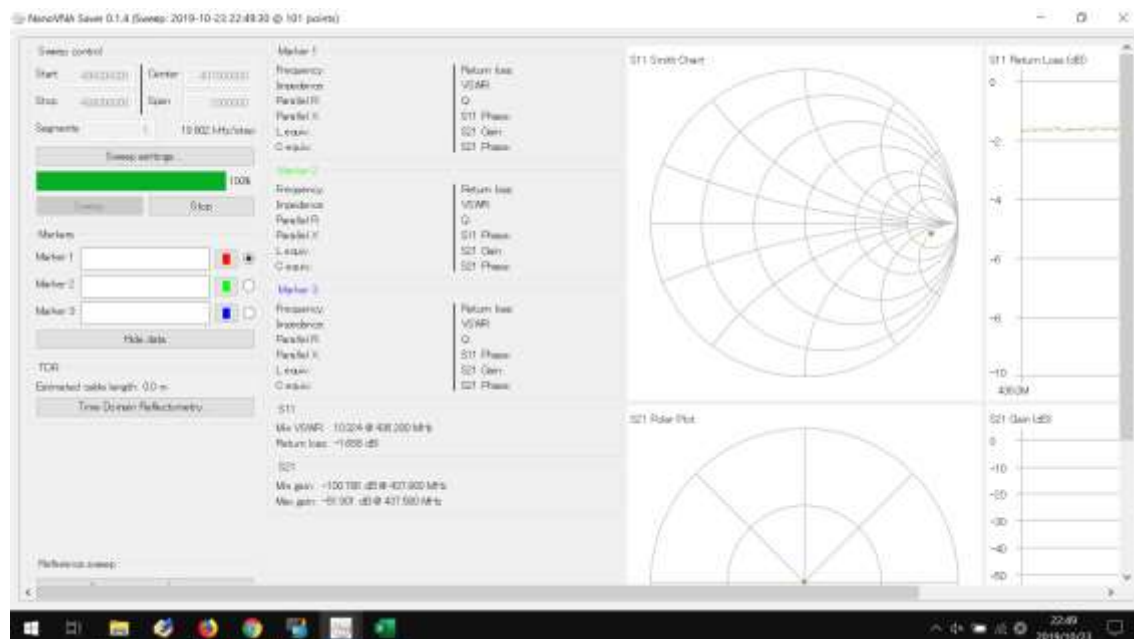
225mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



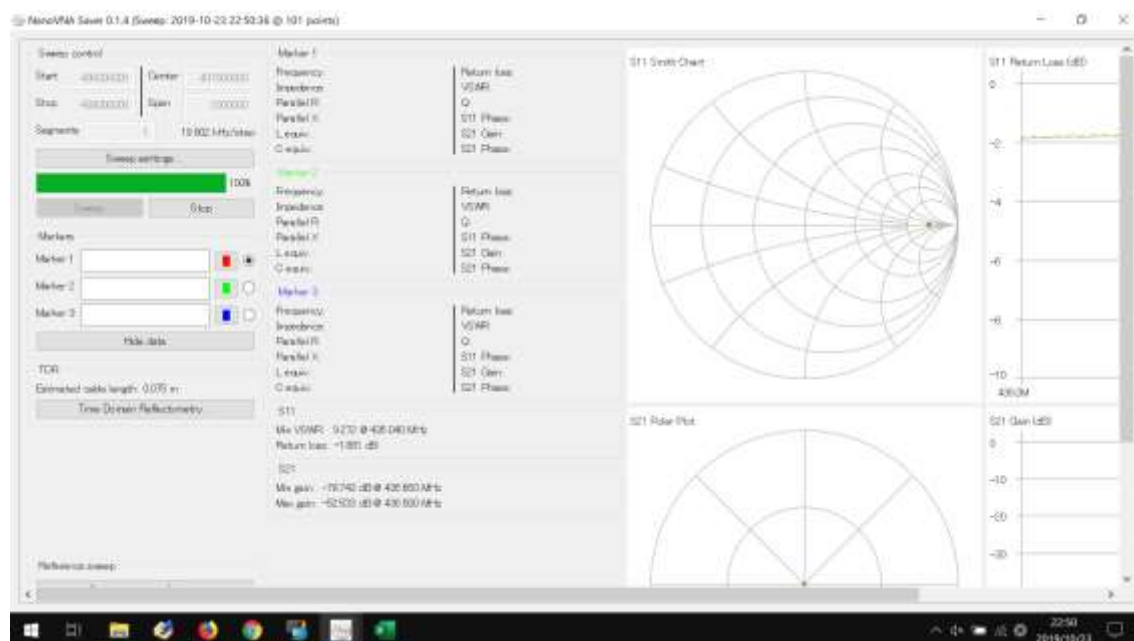
220mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



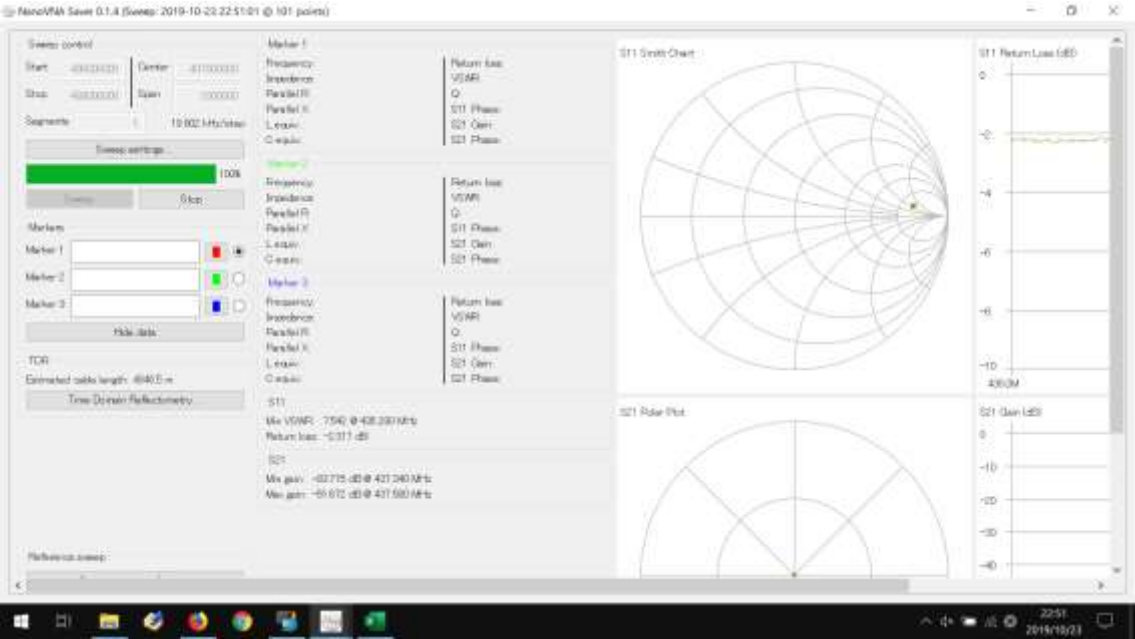
215mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



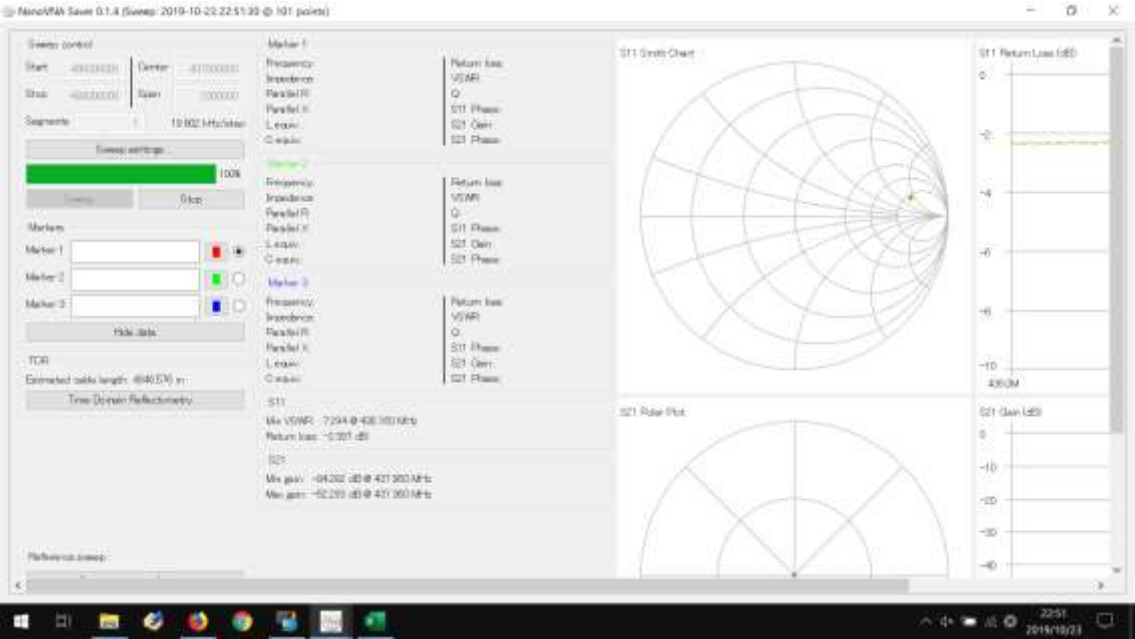
210mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



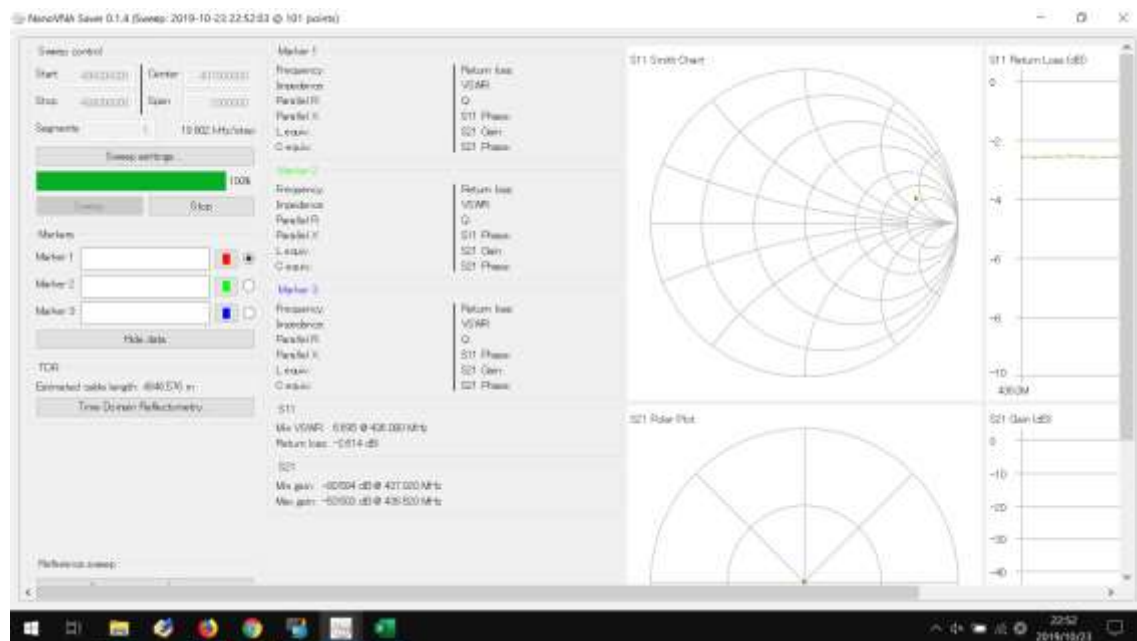
205mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



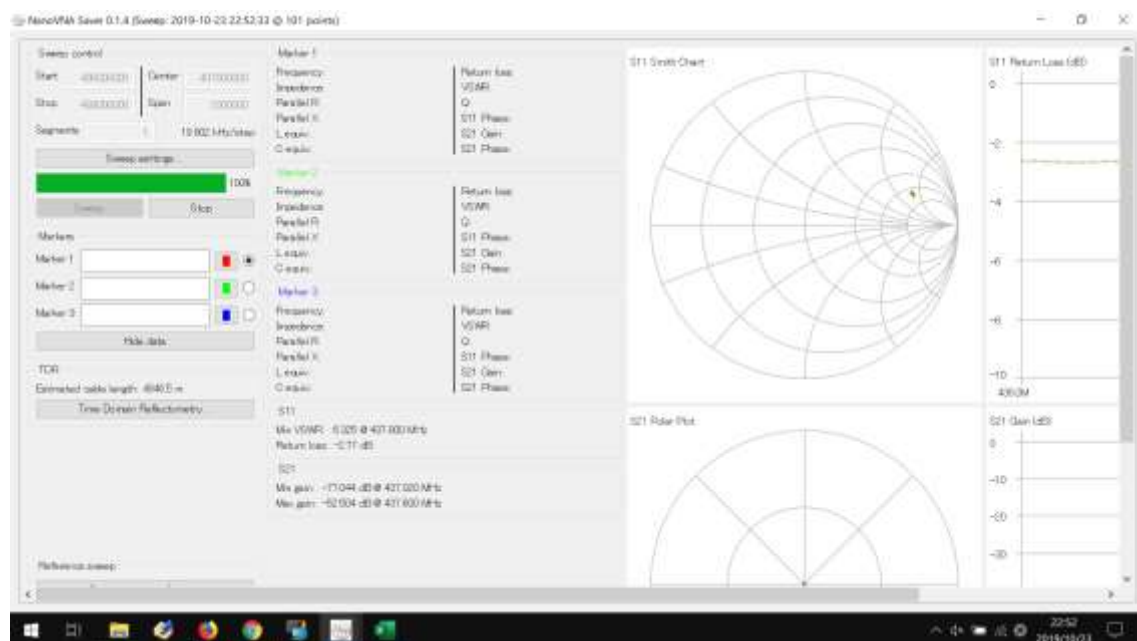
200mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



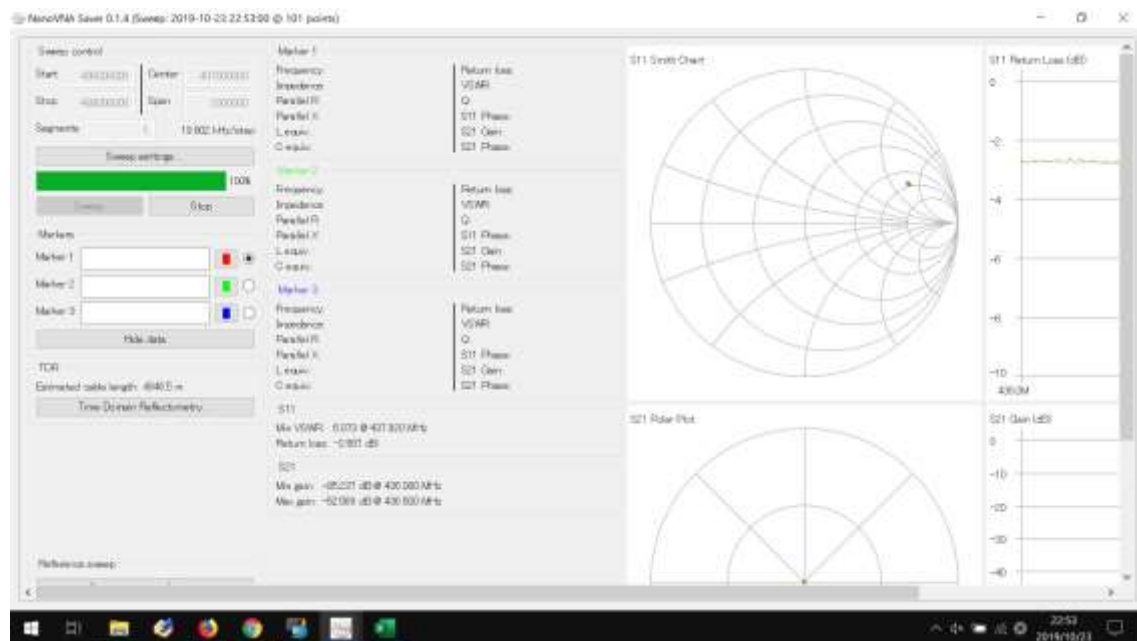
195mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



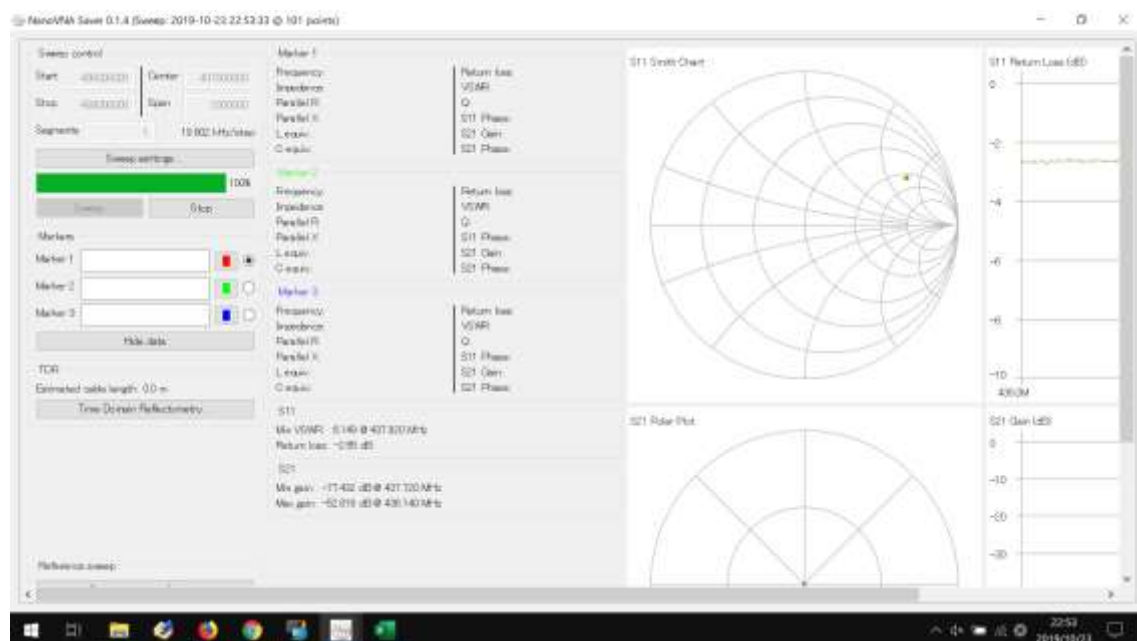
190mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



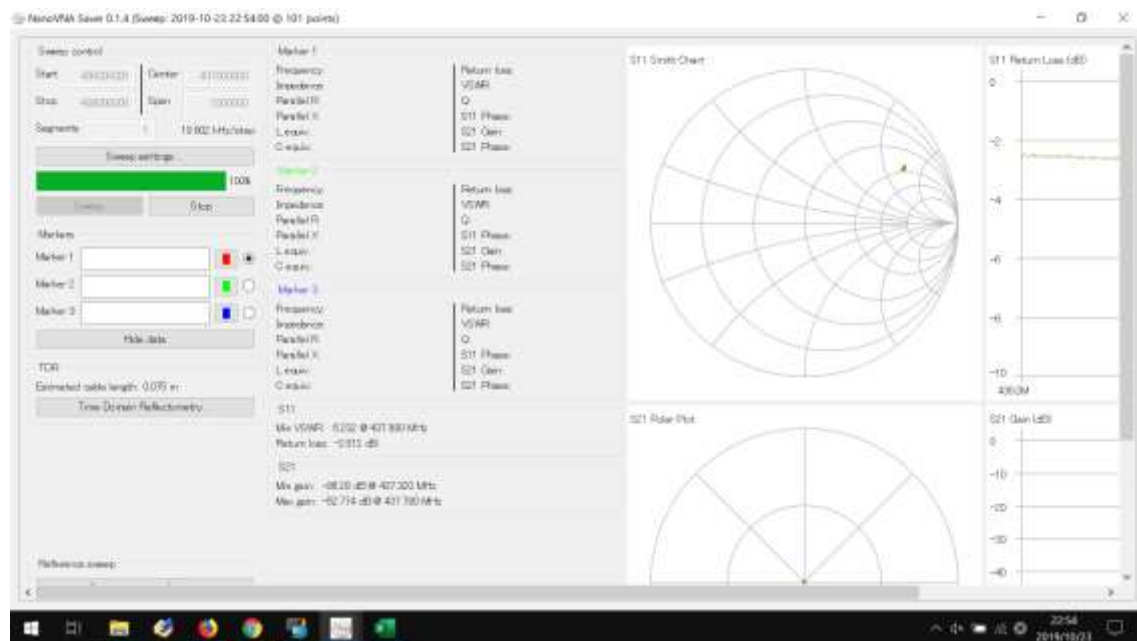
185mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



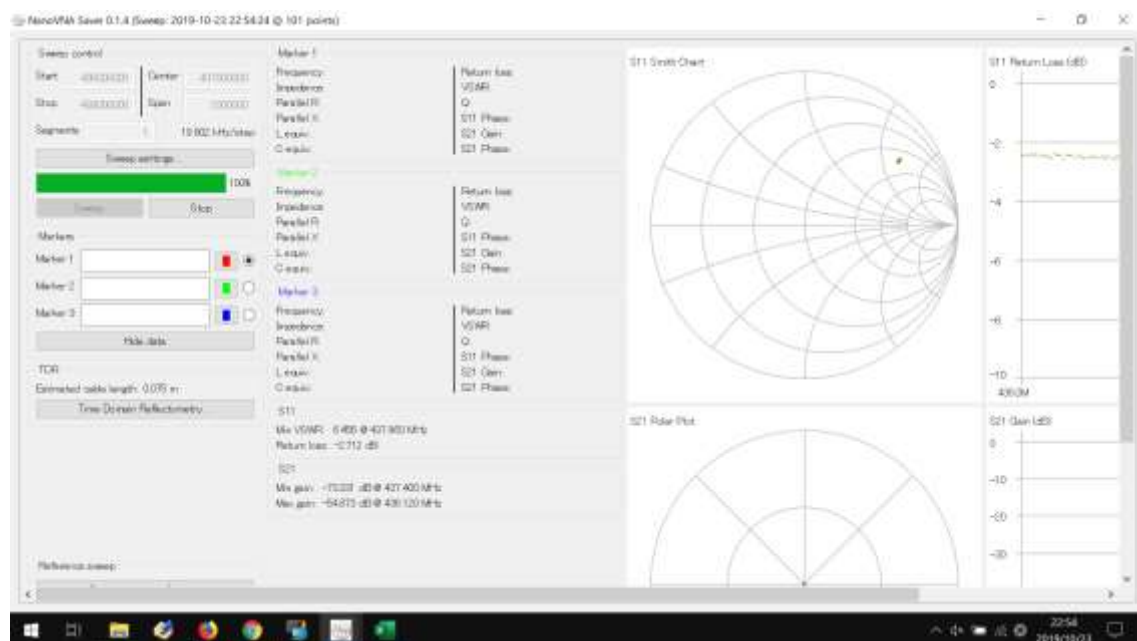
180mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



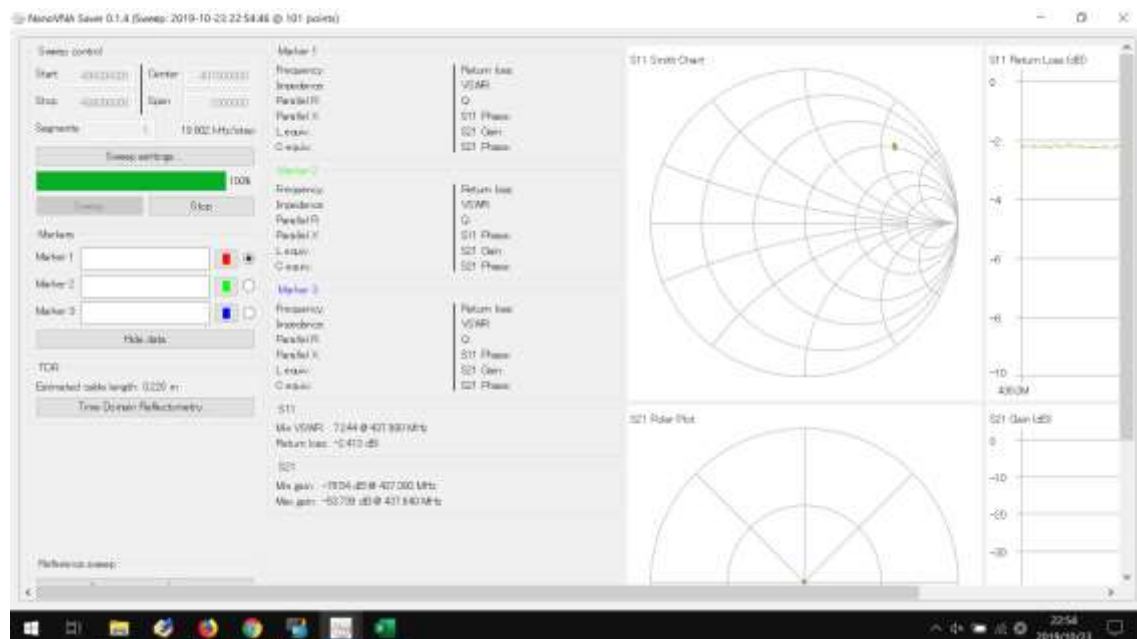
175mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



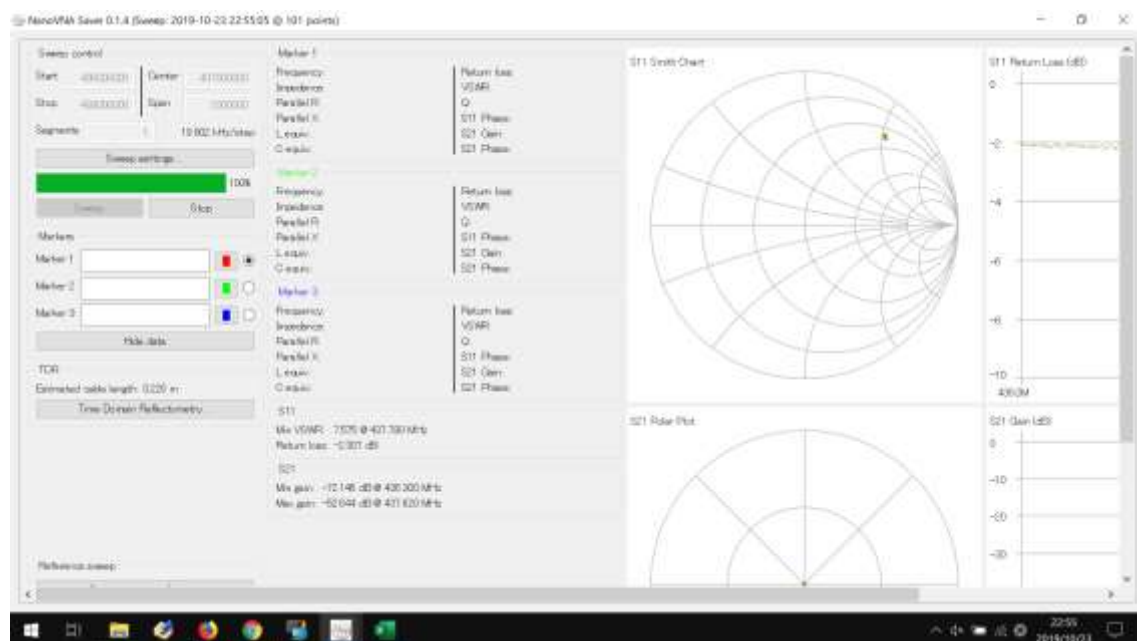
170mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



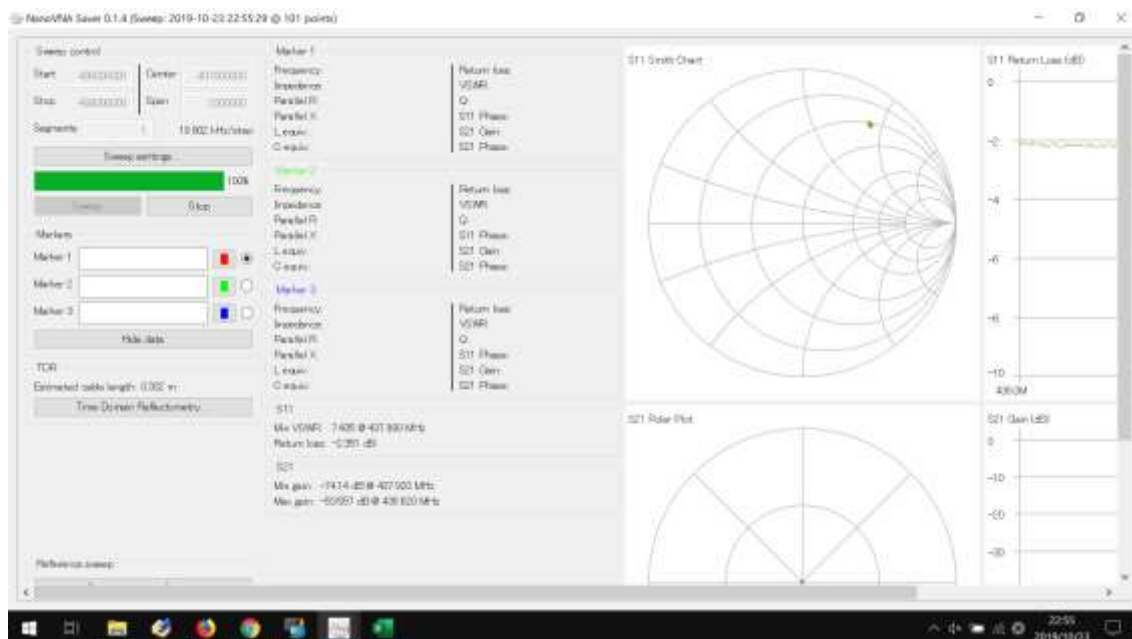
165mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



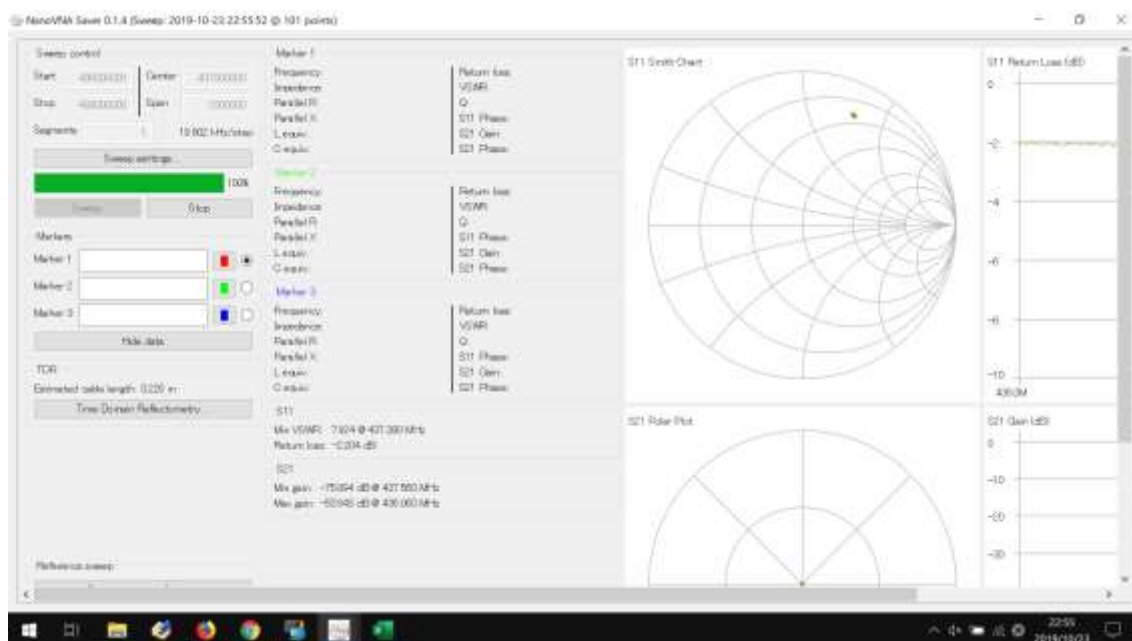
160mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



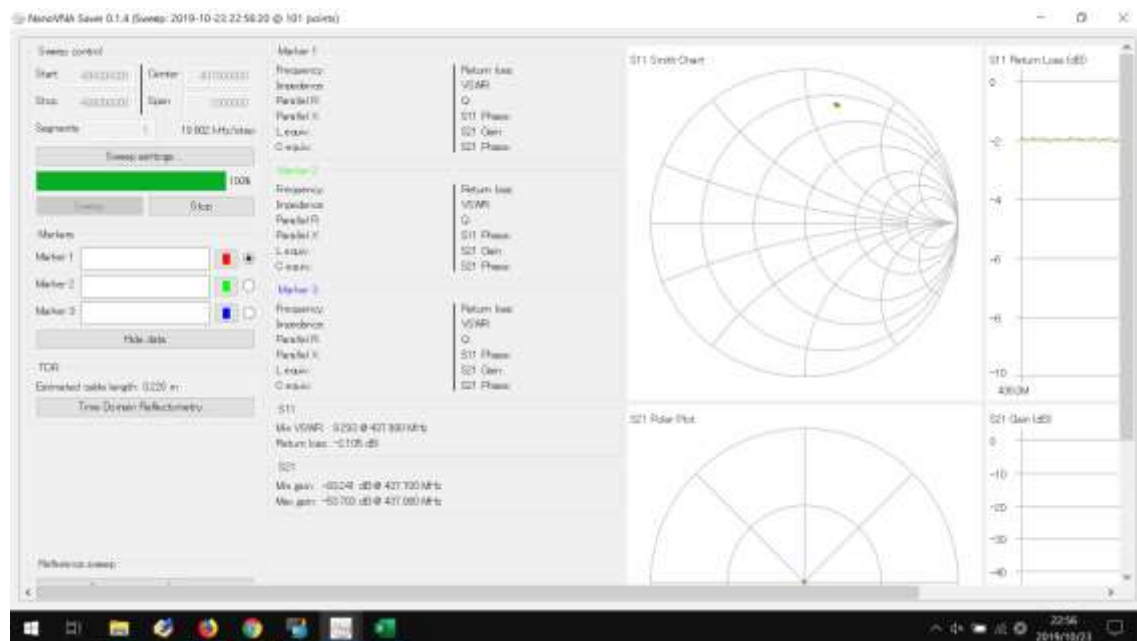
155mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



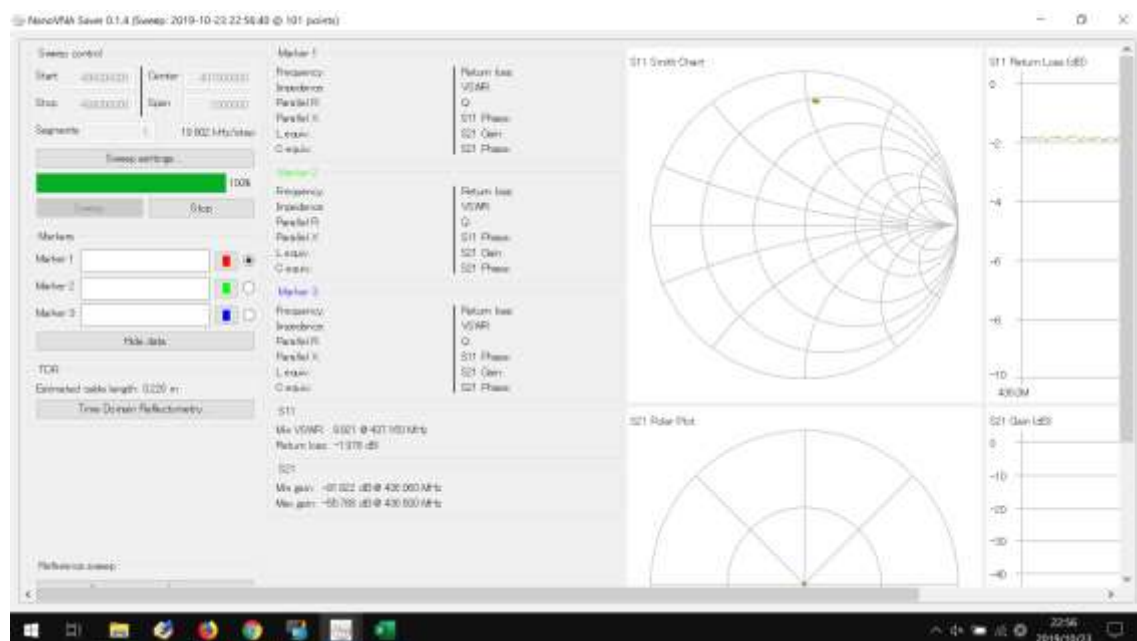
150mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



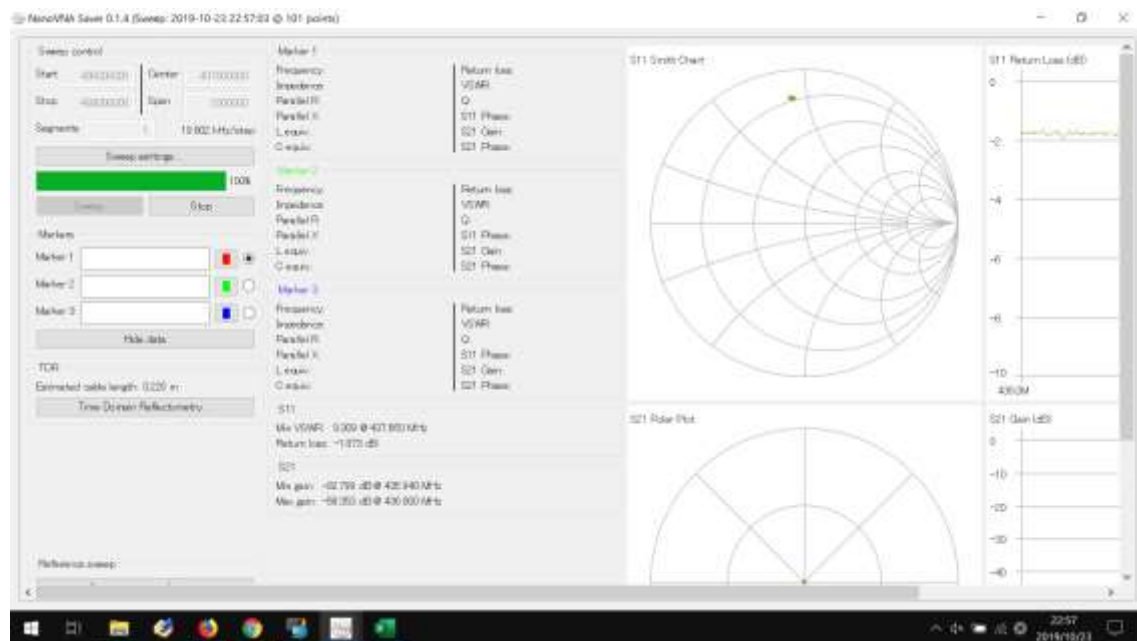
145mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



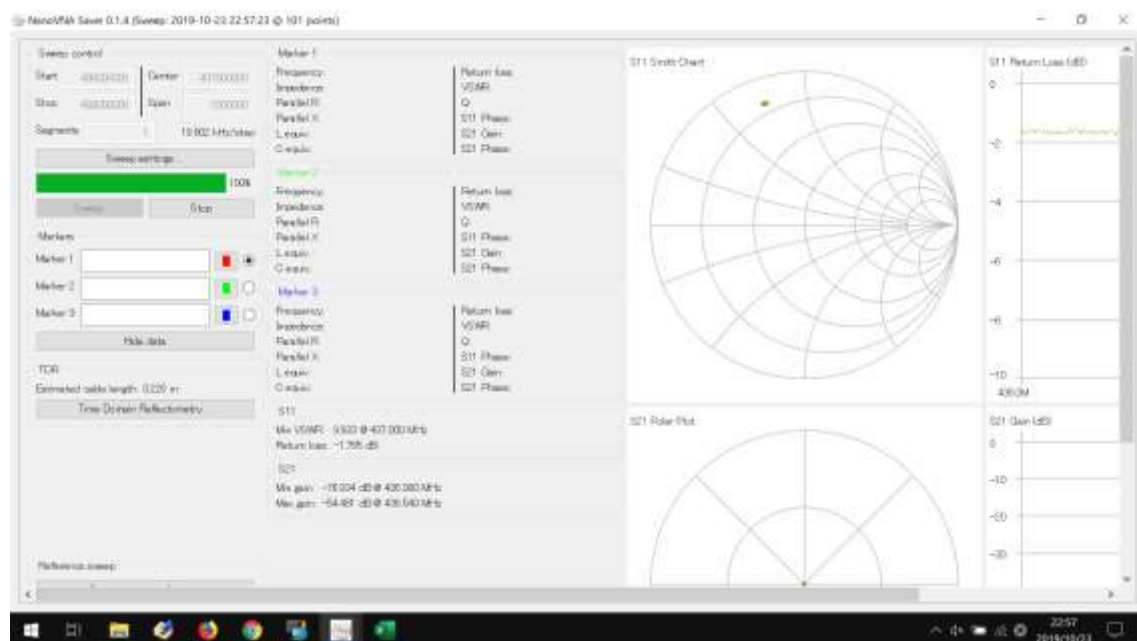
140mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



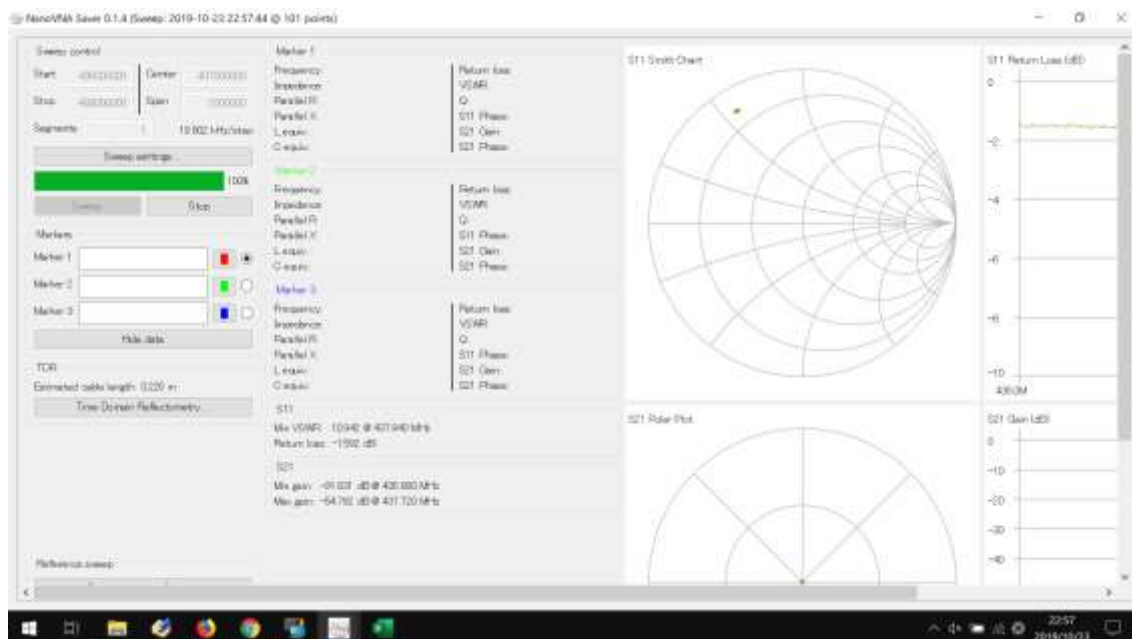
135mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



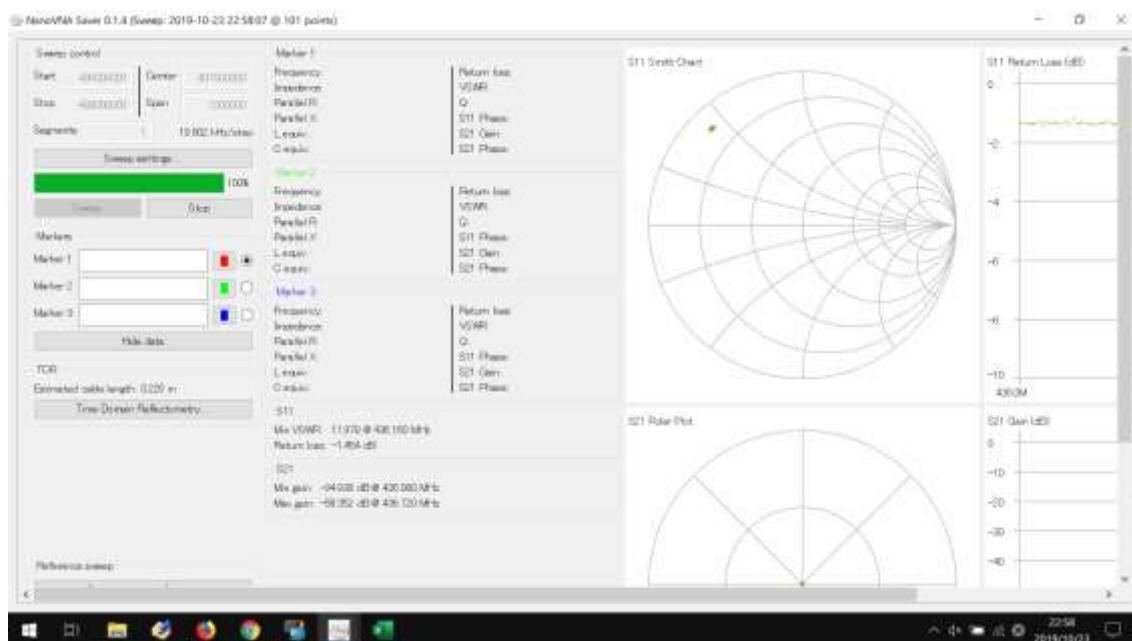
130mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



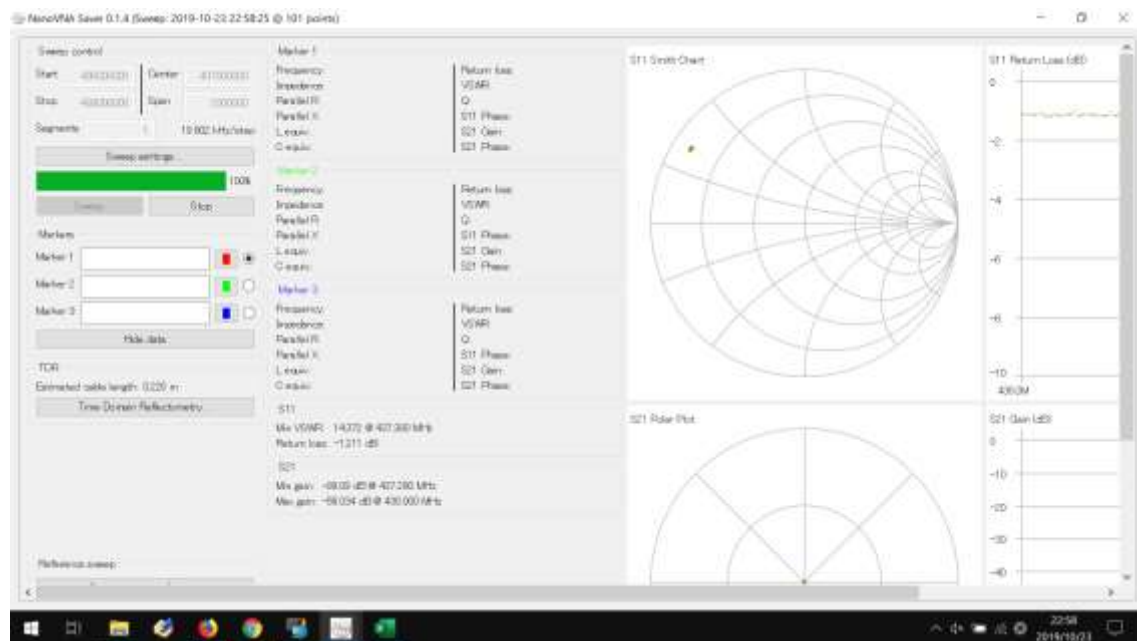
125mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



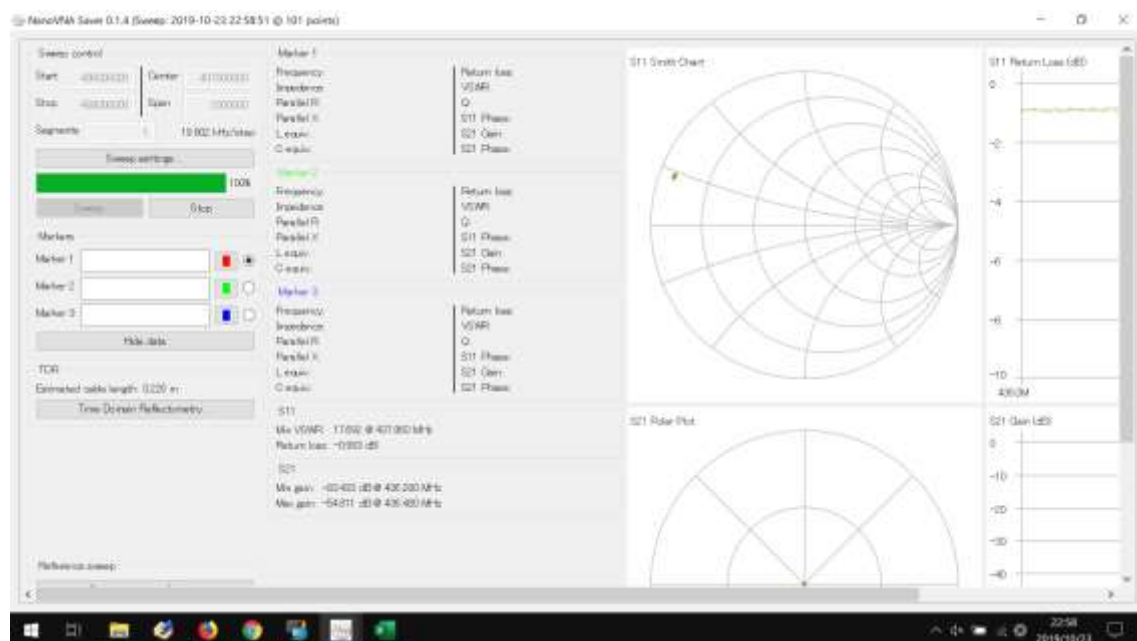
120mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



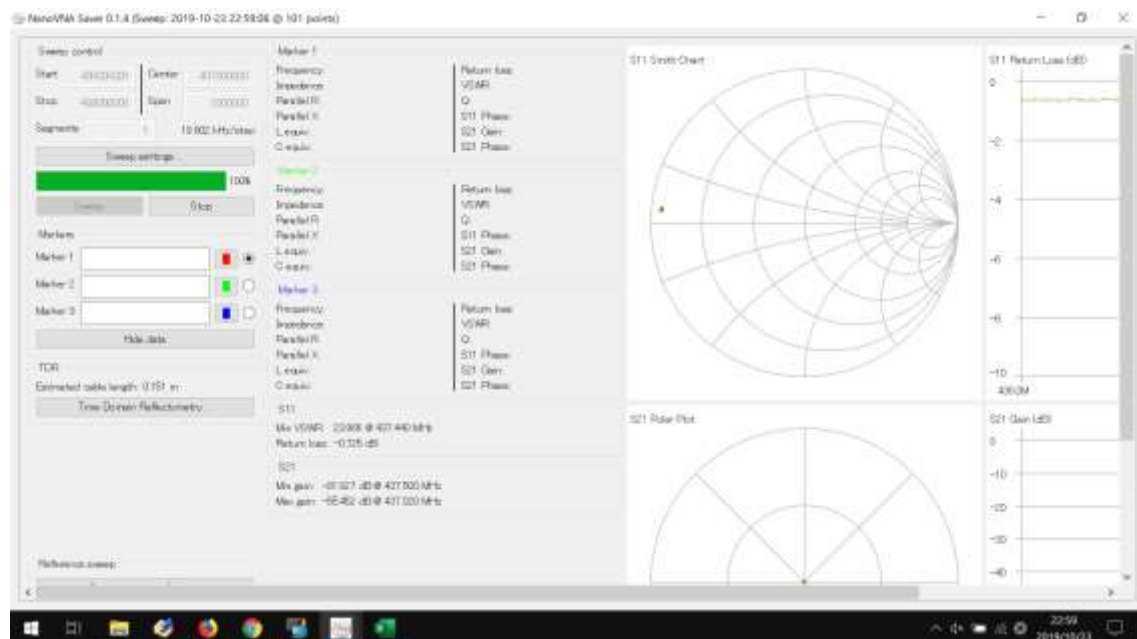
115mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



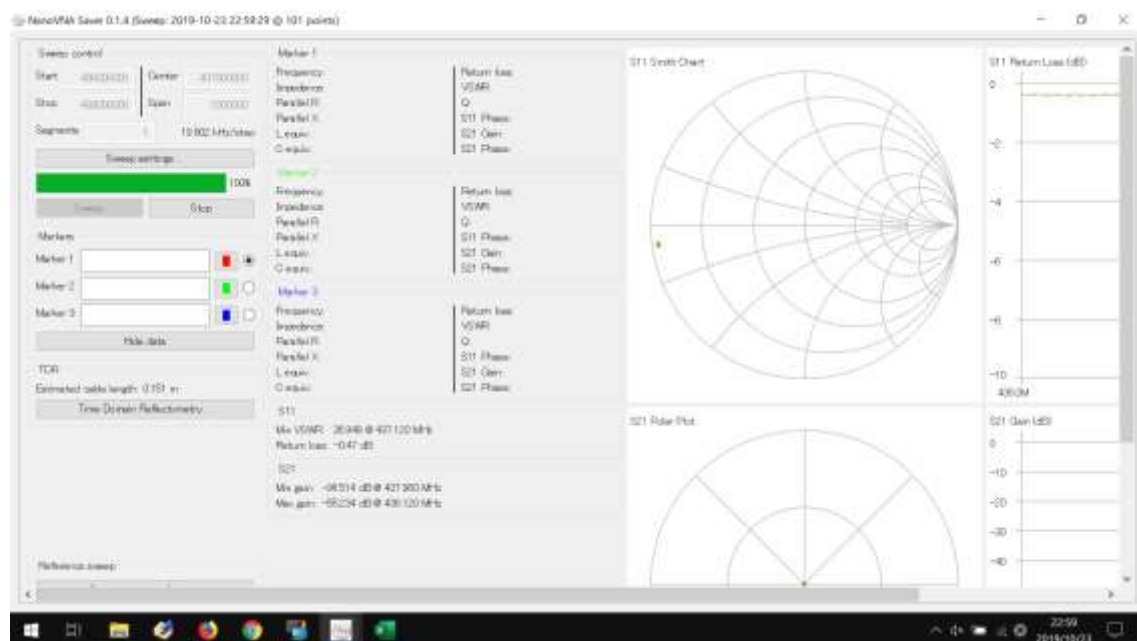
110mm の VVF ケーブル接続時の記録を示します。



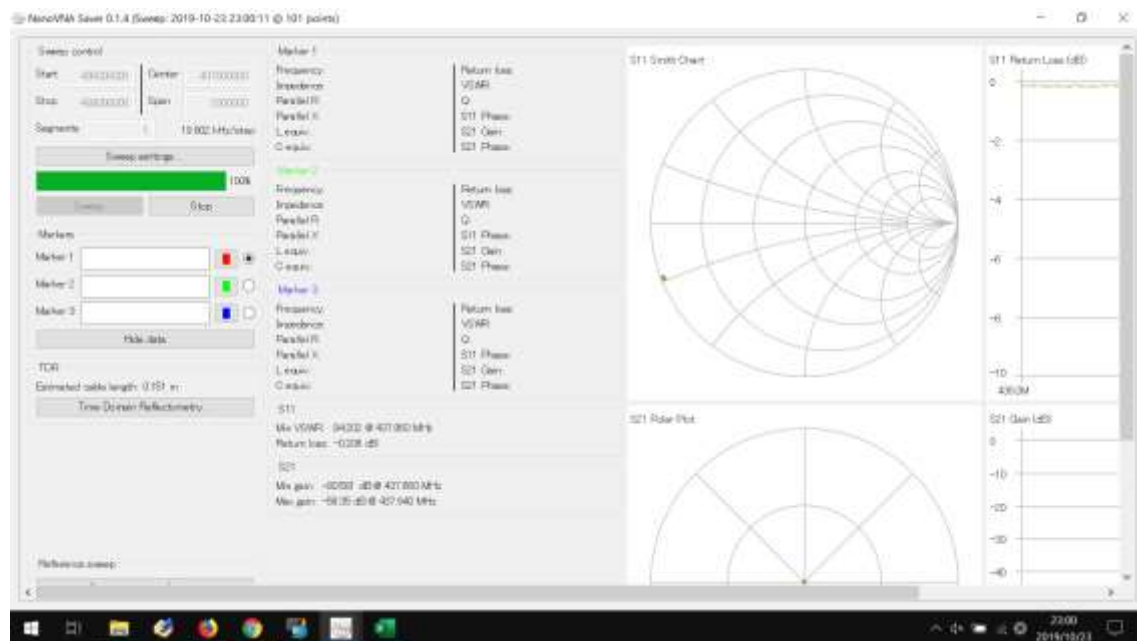
105mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



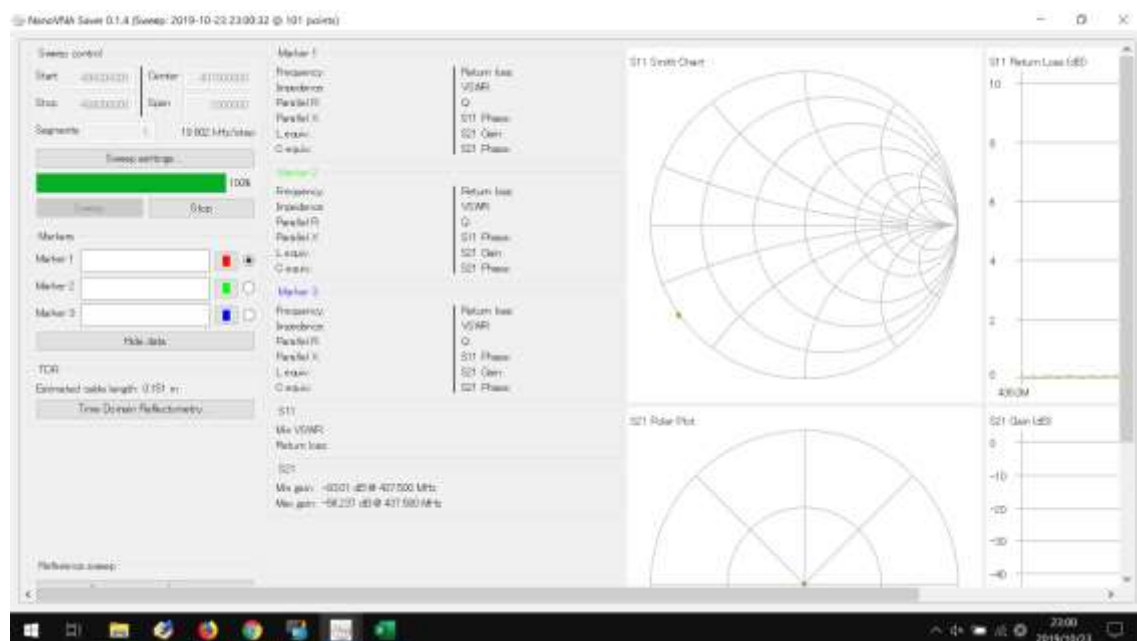
100mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



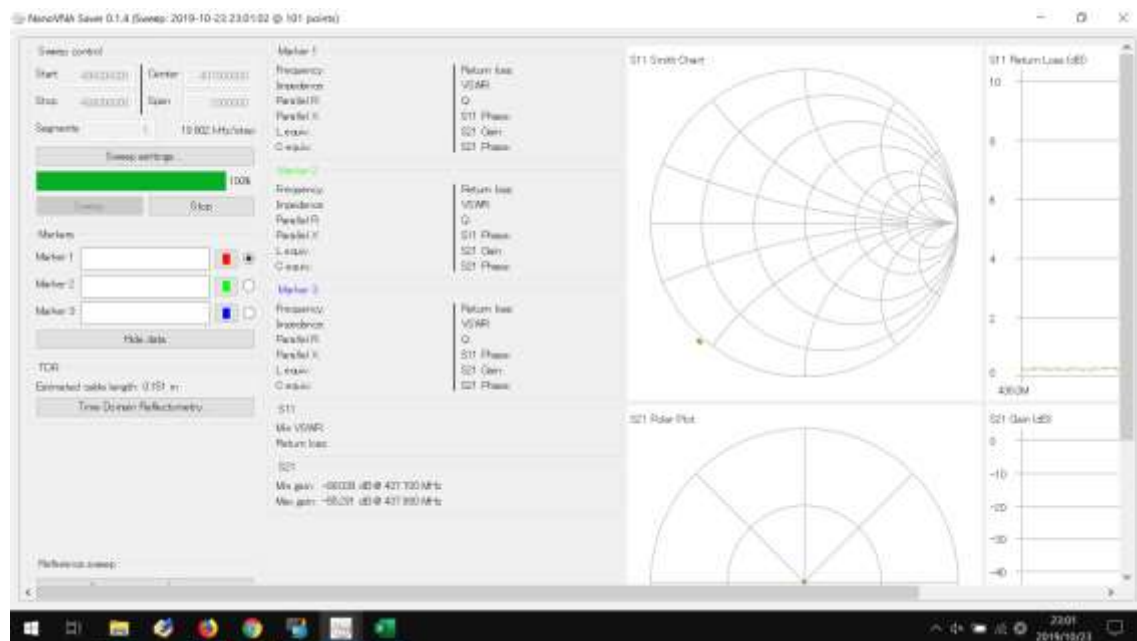
95mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



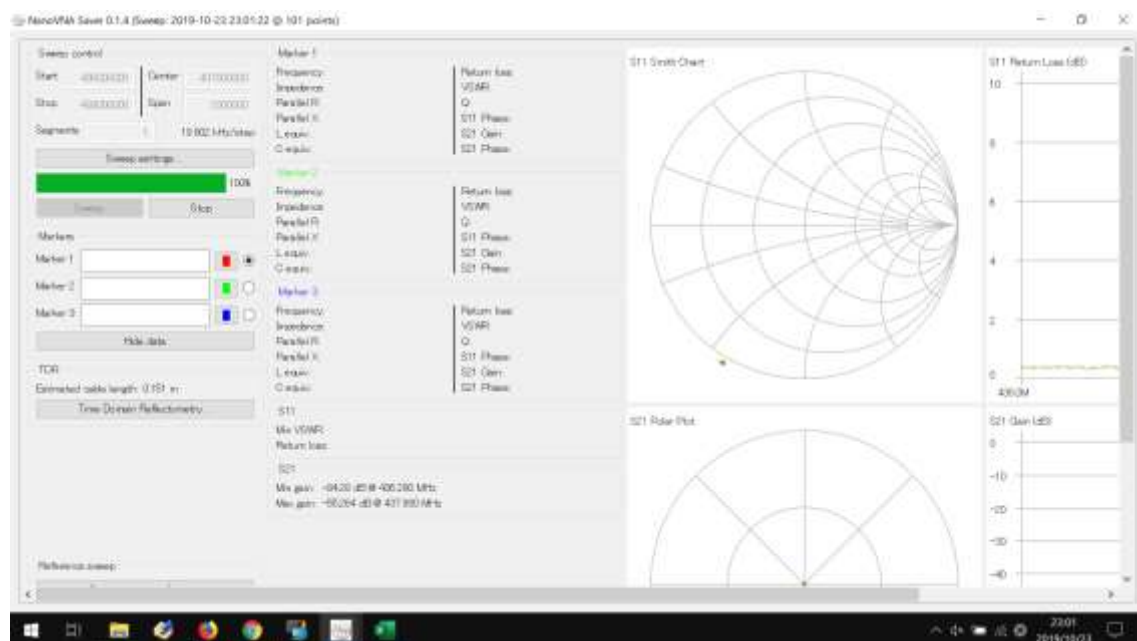
90mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



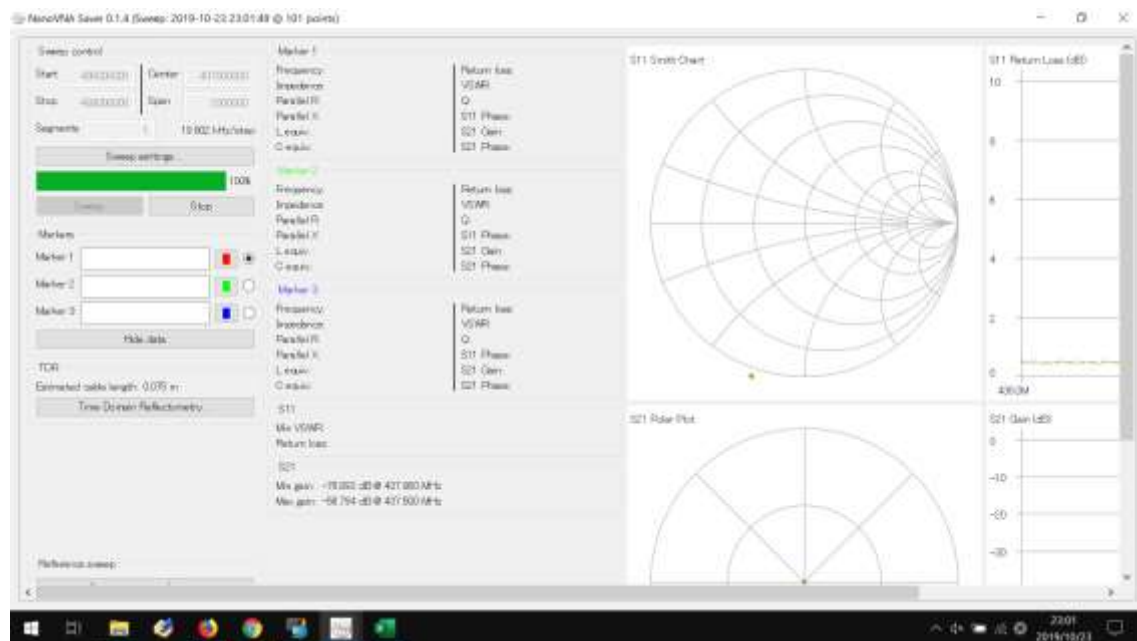
85mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



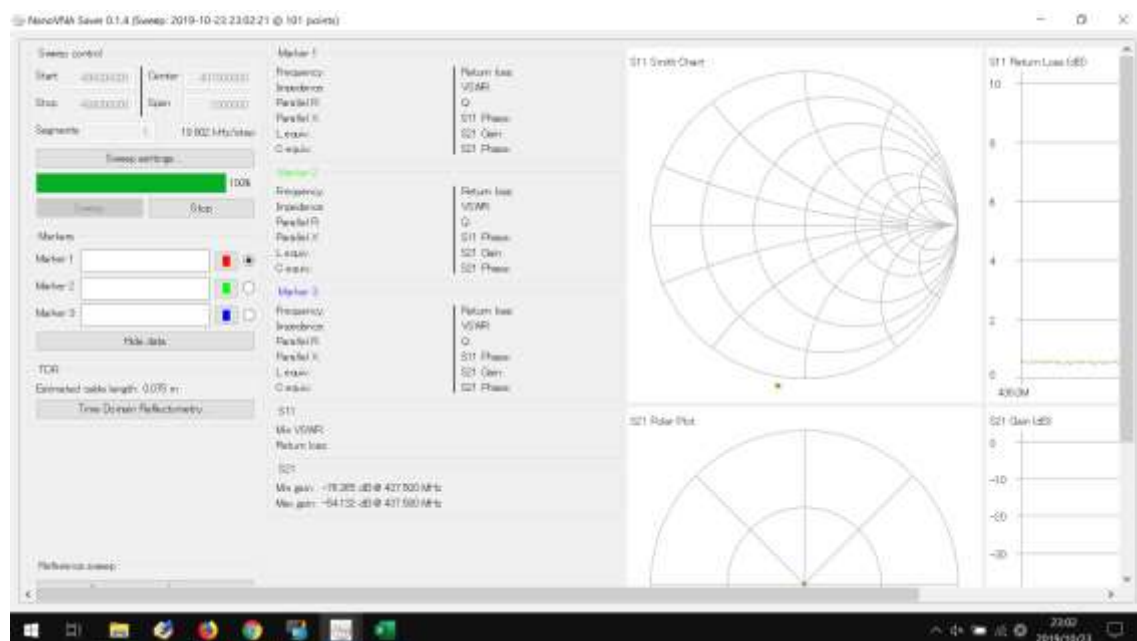
80mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



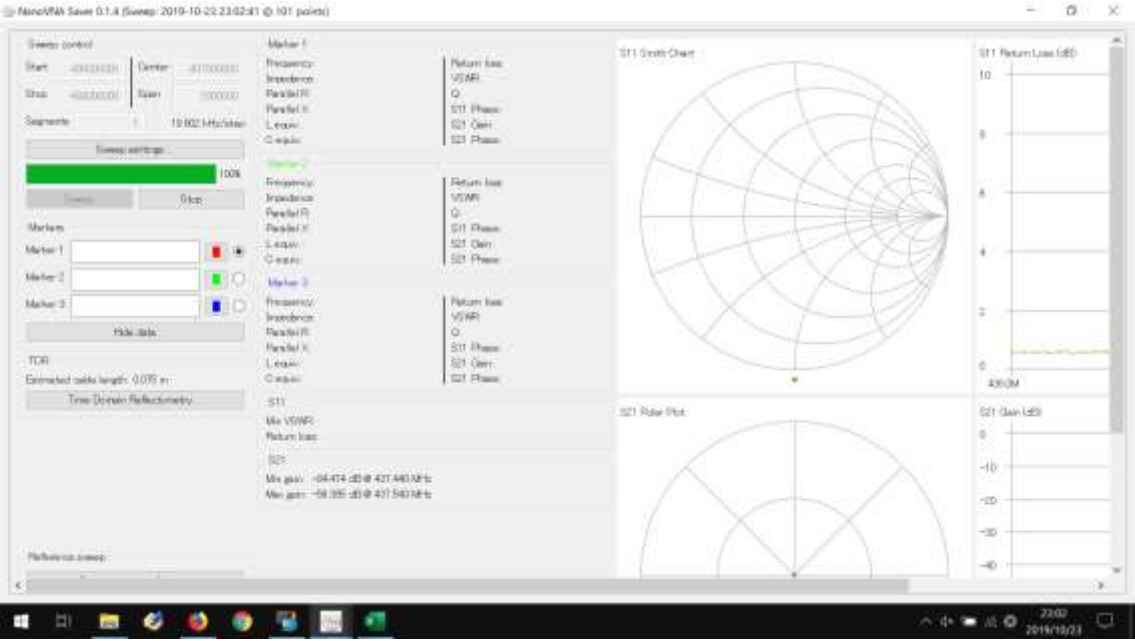
75mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



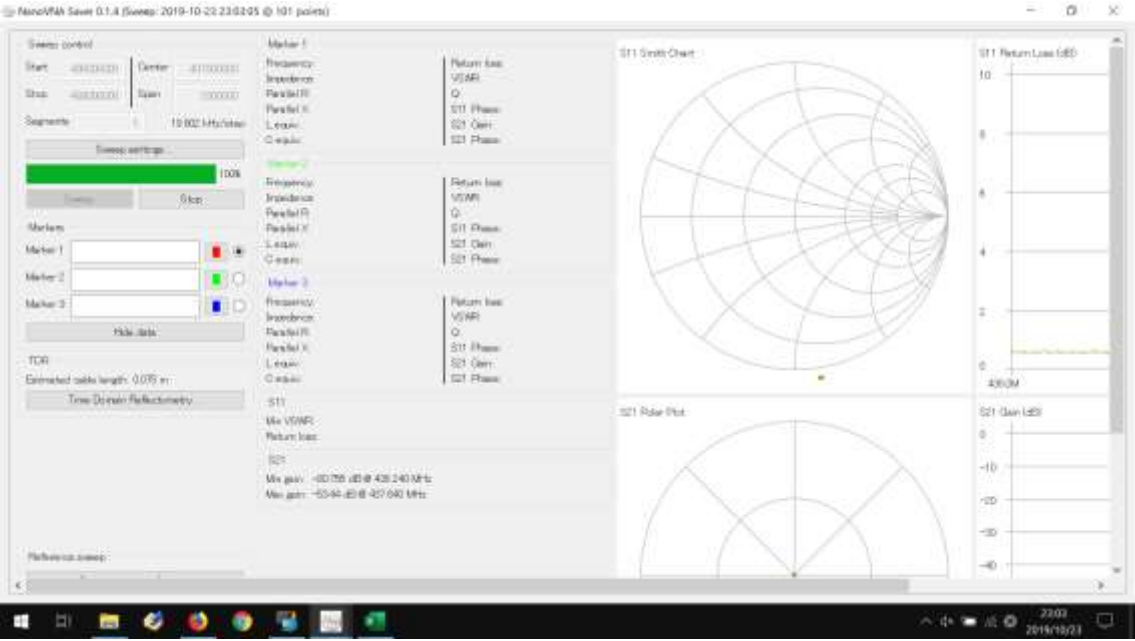
70mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



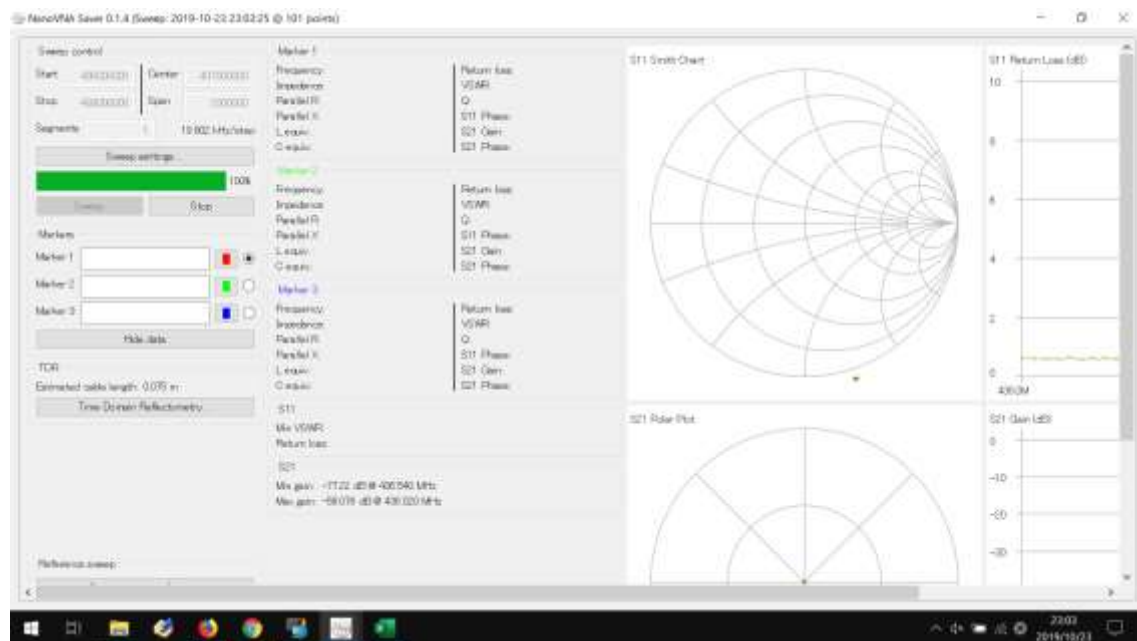
65mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



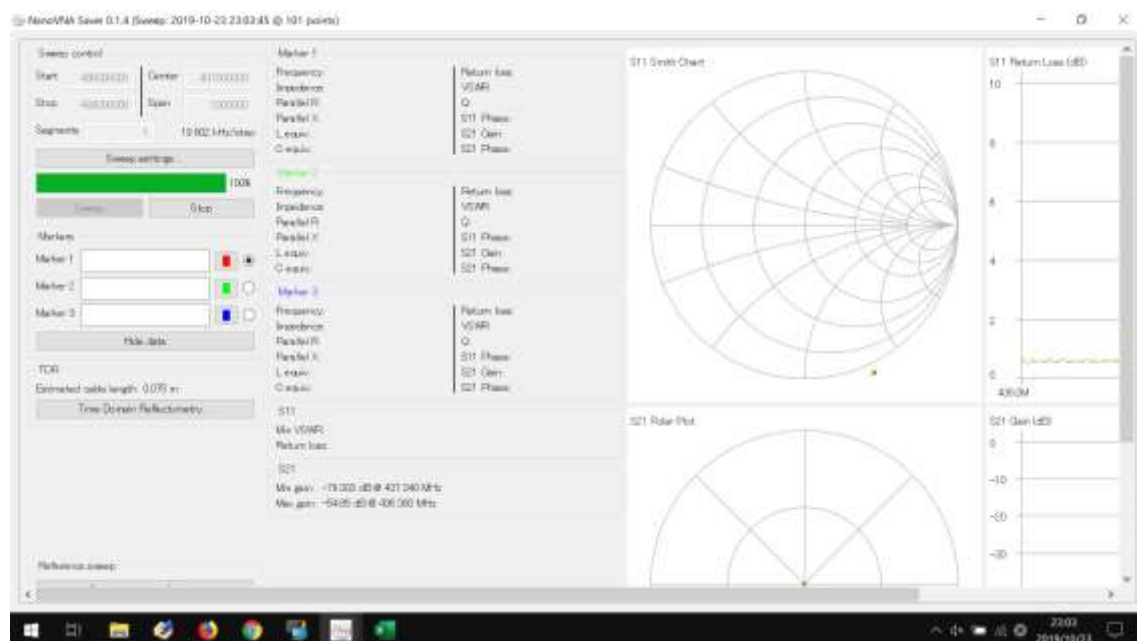
60mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



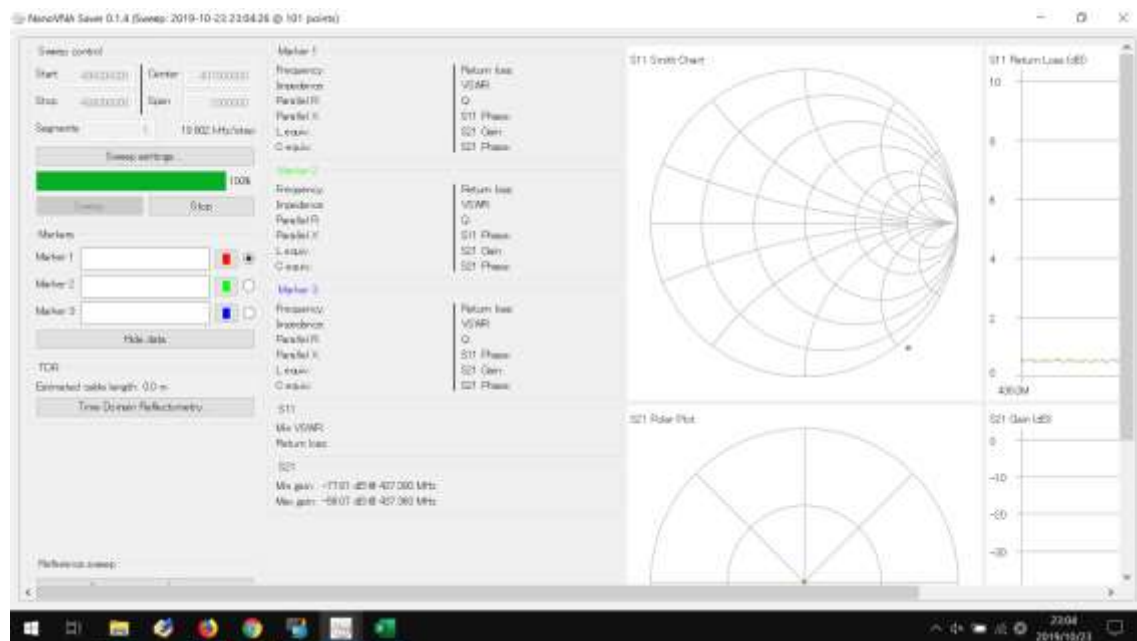
55mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



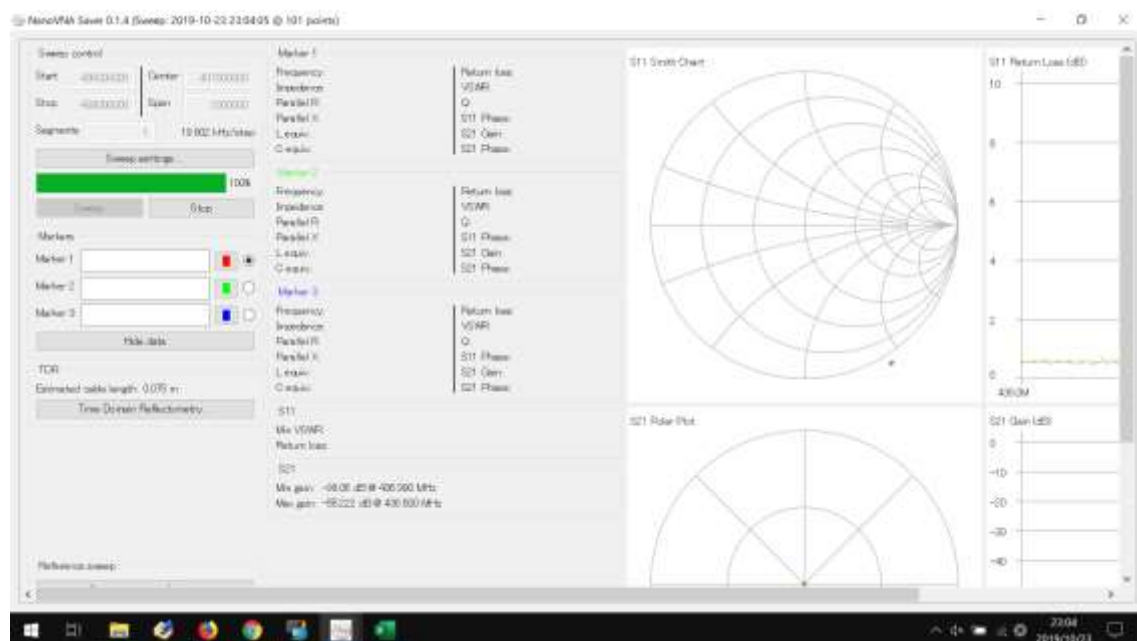
50mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



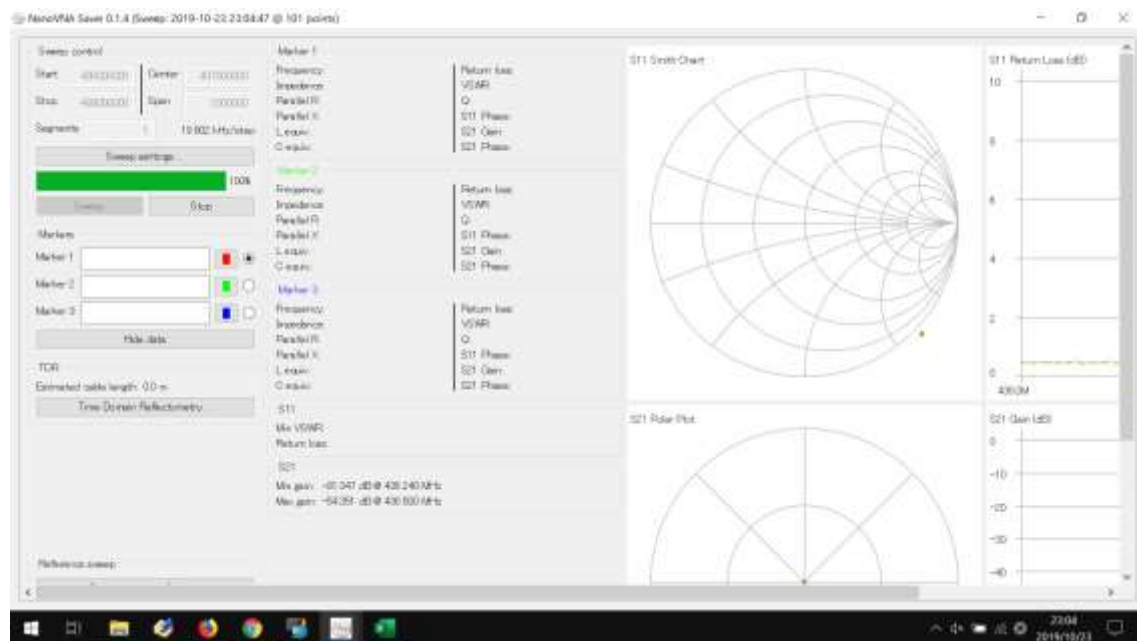
45mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



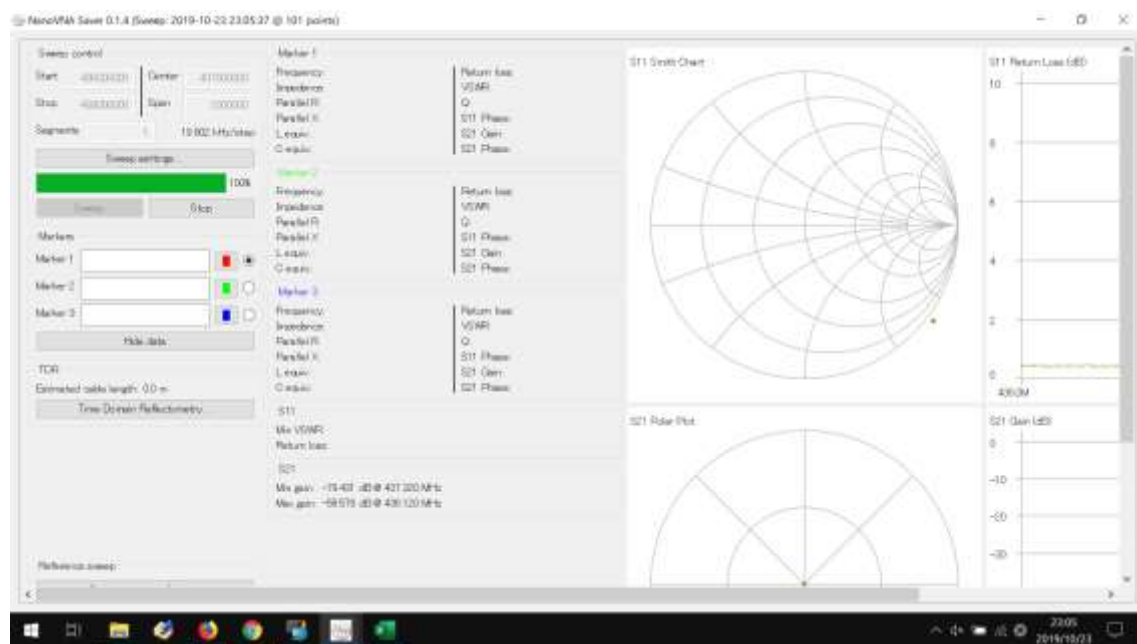
40mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



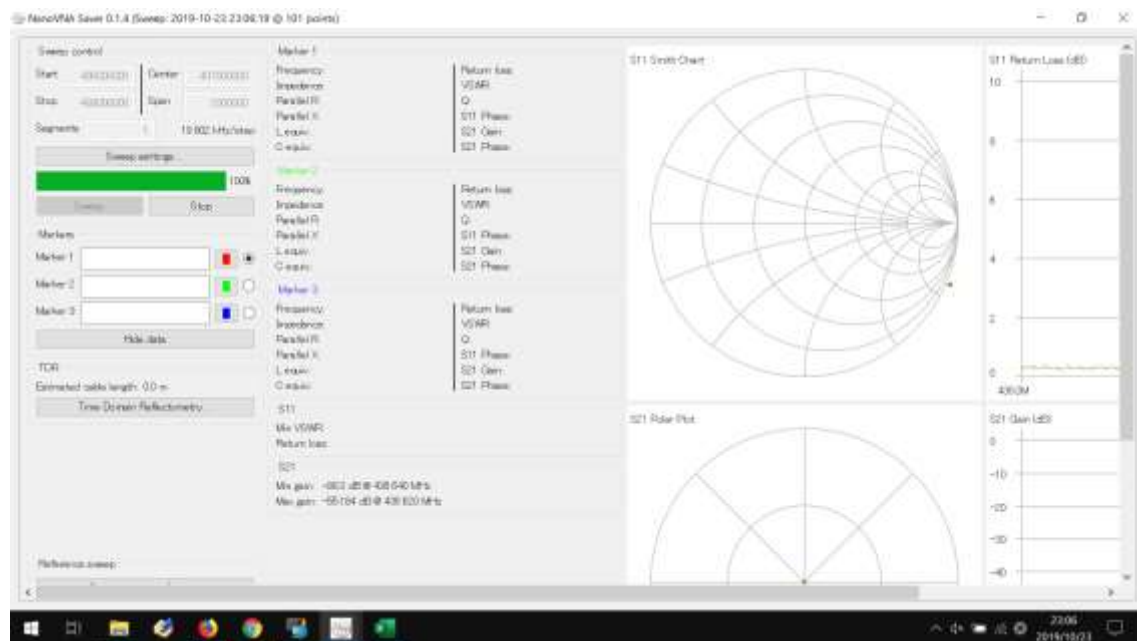
35mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



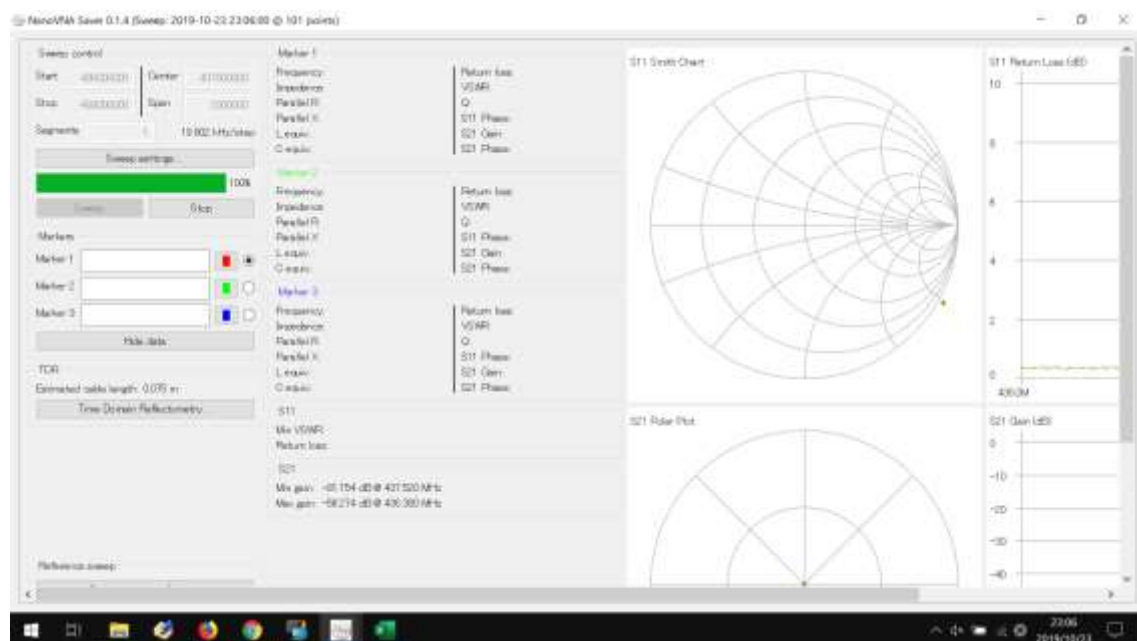
30mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



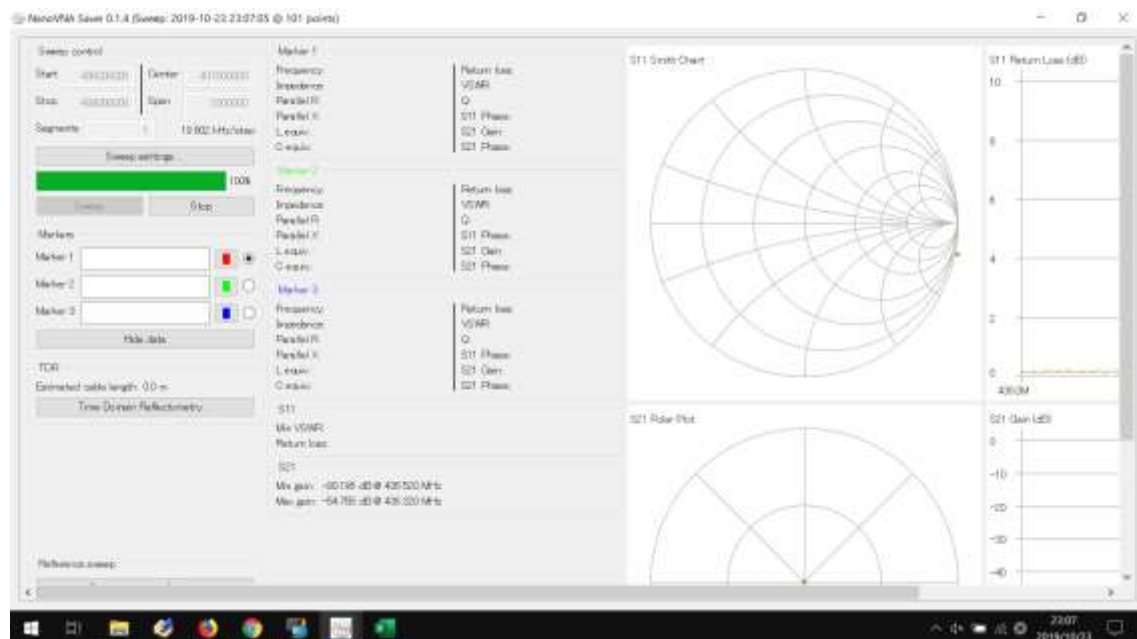
25mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



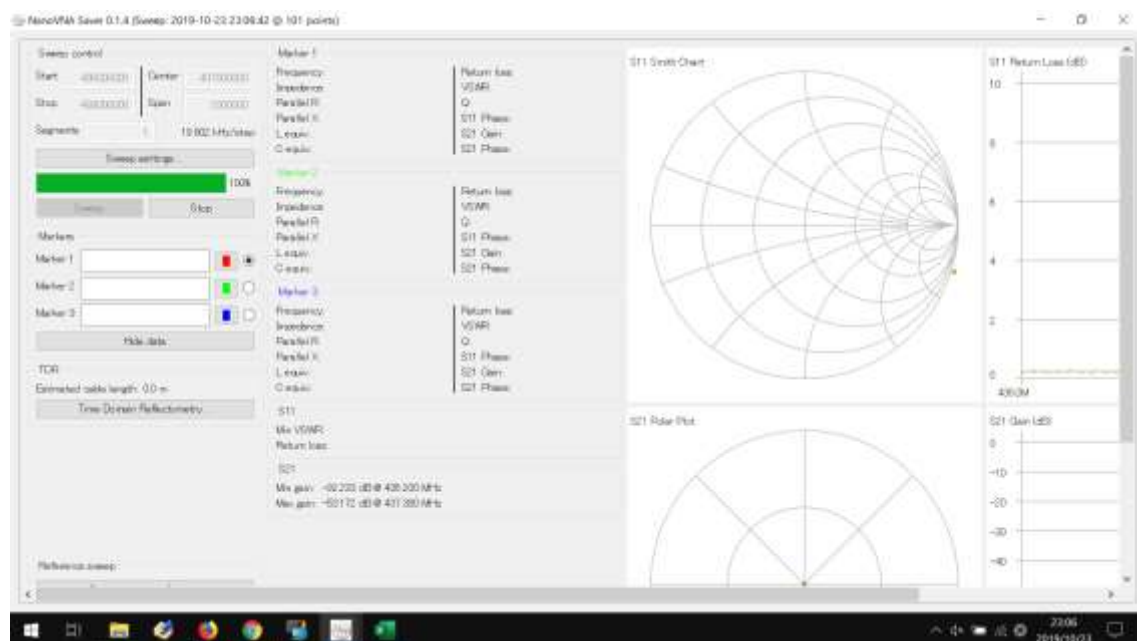
20mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



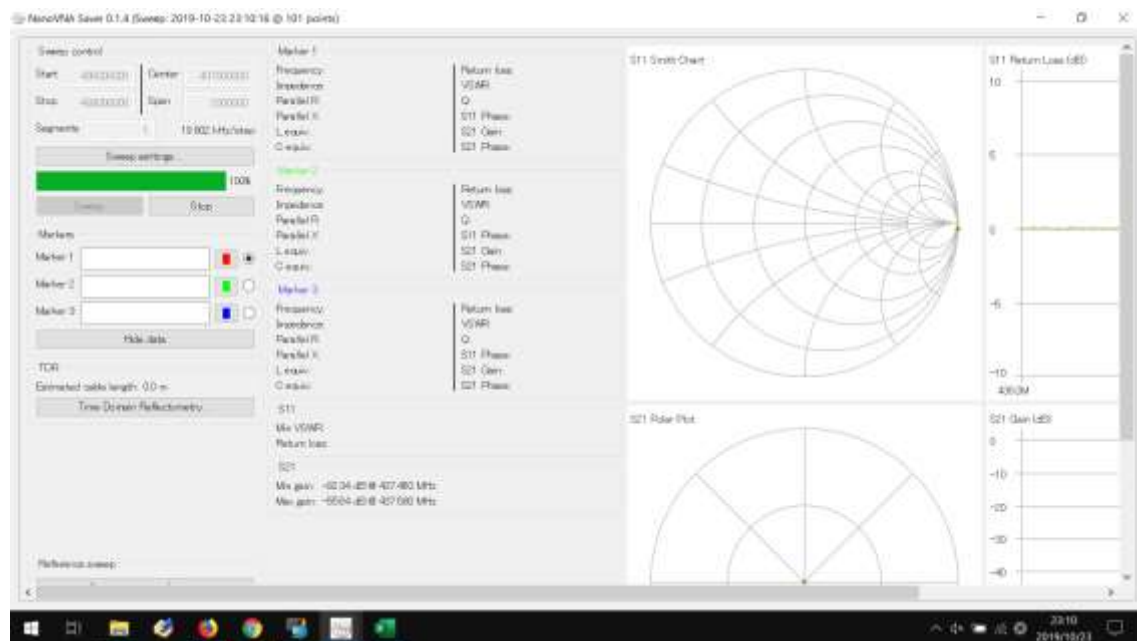
15mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



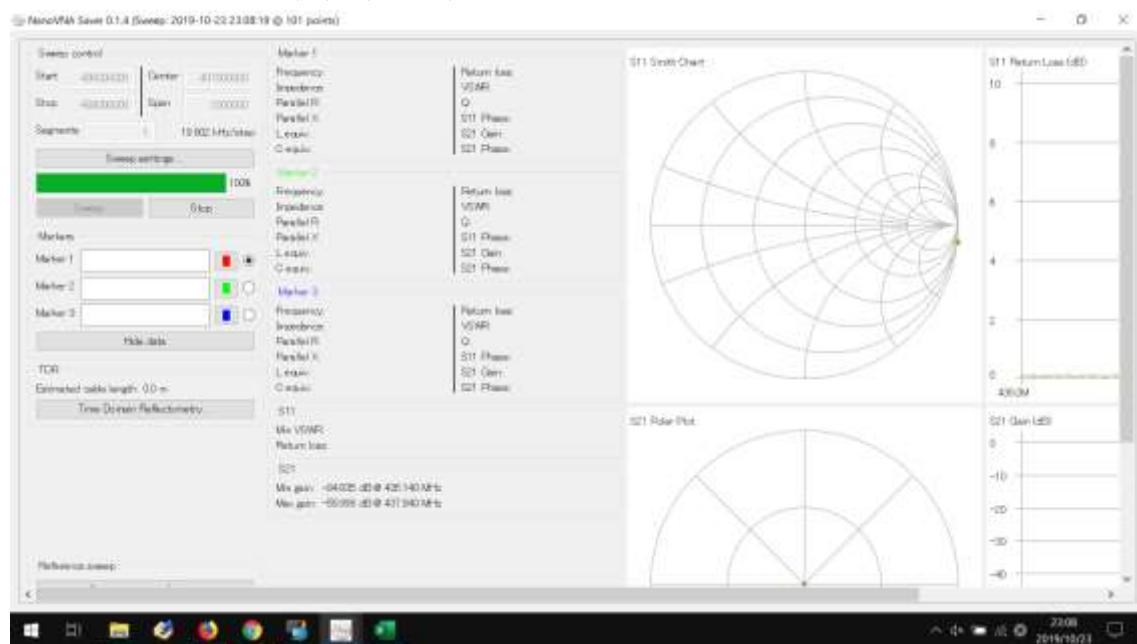
10mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



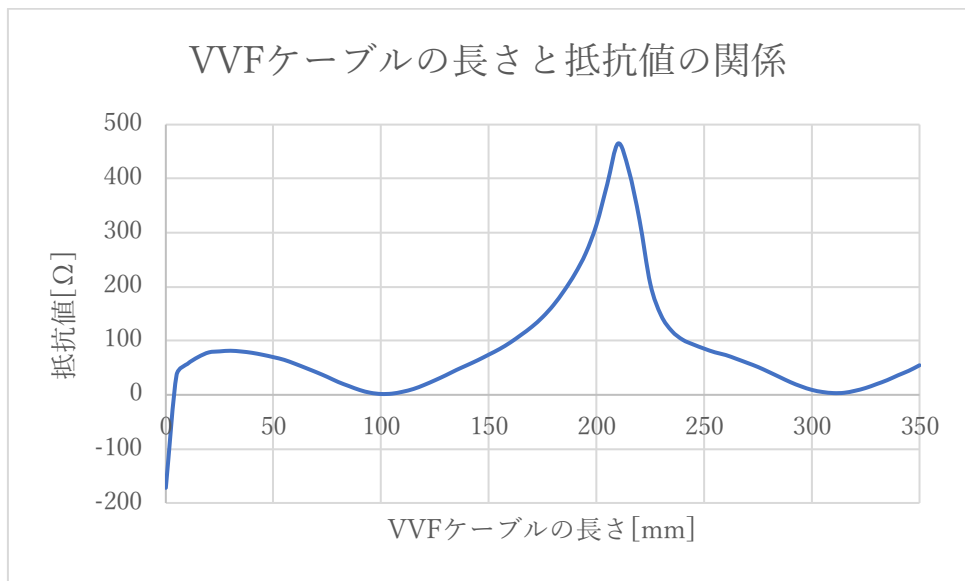
5mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



0mmの VVF ケーブル接続時の記録を示します。



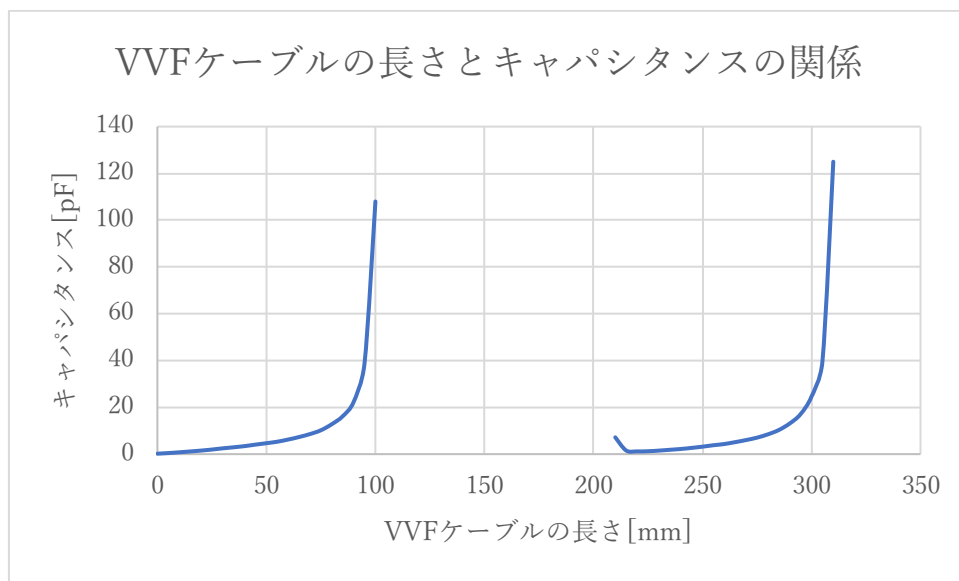
VVF ケーブルの長さ と抵抗値の関係を示します。



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。