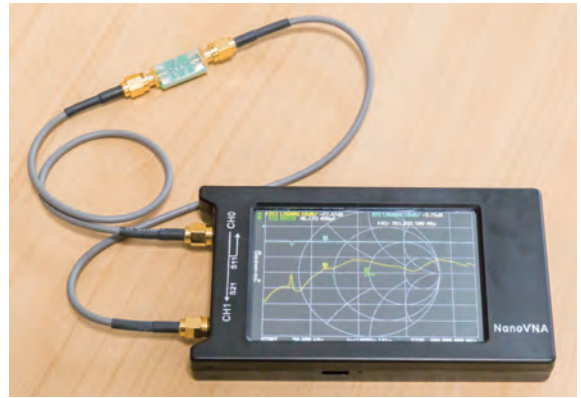
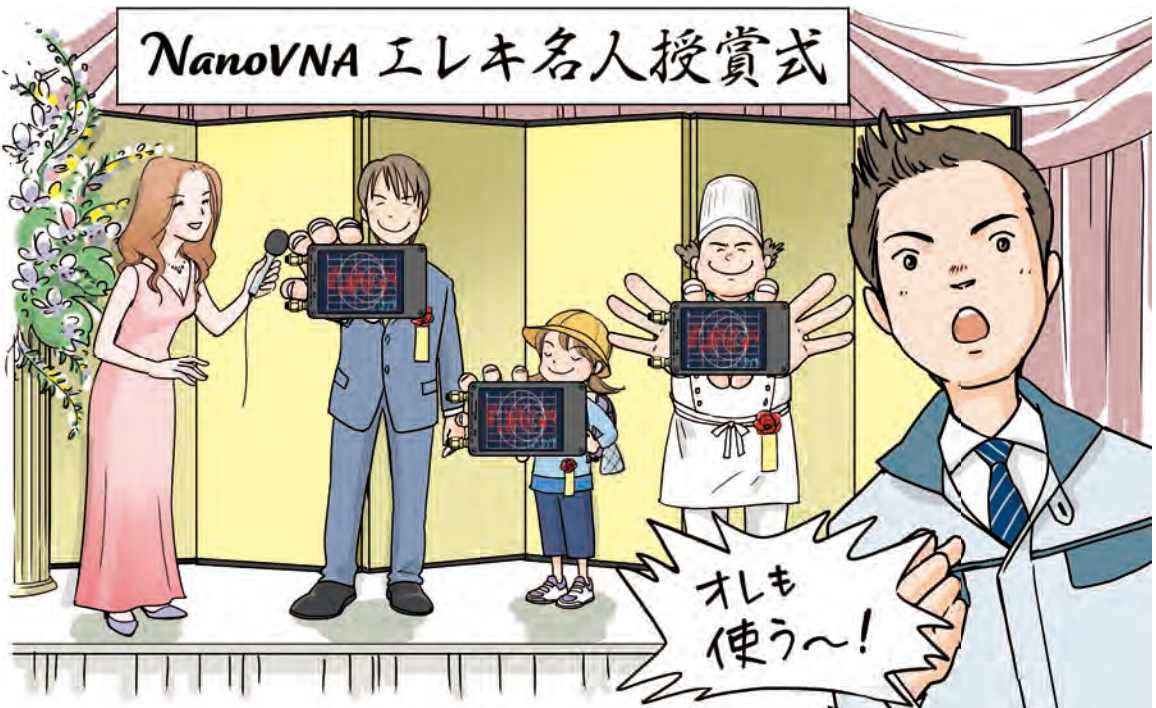


# 特集



## GHz測定 NanoVNAで 回路名人になる



トラ技の公式SNS フォローよろしくお願いします

メルマガ  
トラ技 便り



X(Twitter)  
@toragiCQ



Facebook  
@toragiCQ



YouTube  
トラ技  
チャンネル



# イントロダクション1

回路もプリント基板も部品も電気特性まるわかりガジェット！

# 高周波だけじゃない！ 新時代のGHz測定器 NanoVNA

川口 正 Tadashi Kawaguchi

1万円程度から入手できてどんどん進化するGHz測定ガジェット NanoVNA が高周波回路に限らない新時代のテストです(図1)ということをお話したいと思います。

## 高周波回路の NanoVNA 新時代

比較的簡単なアナログ高周波の回路で100 MHz付近のバンドパス・フィルタ回路を考えてみます。入力インピーダンスは50Ωで設計しました。

シミュレータで計算すると周波数特性が図2のように求められます。しかし実際に組んだ回路では部品定数のばらつきもありシミュレータどおりの性能が出ているかは不明です。

### ● NanoVNA がある時代

回路ブロックの入出力に同軸コネクタがある場合は、NanoVNAのポート1とポート2の間に同軸ケーブルで接続して、画面上に通過特性が表示されます。また図2でシミュレーションした回路入力部での反射周波

数特性( $\text{dB}|S_{11}|$ )も表示されます。

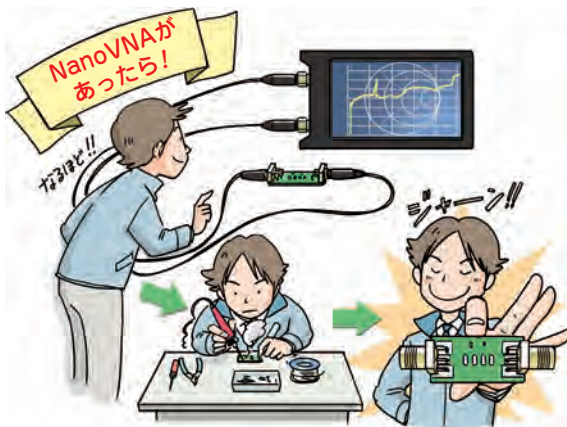
NanoVNAでの測定結果をSパラメータ・ファイルで出力すれば、高周波回路シミュレータ回路内に周波数ごとの複素インピーダンスを持つ部品として取り込めるので、高周波回路開発の効率もあがります。

### ● NanoVNA がない時代

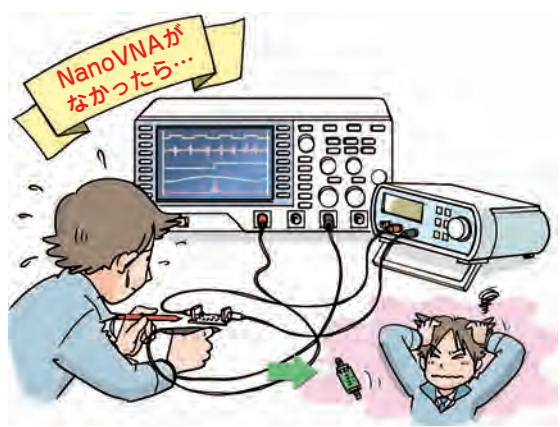
通過特性はオシロスコープで観測することも一応できます。図3のように信号発生器の出力をフィルタ回路に入力し、入力(回路図のP1)と出力(回路図のP2)にそれぞれオシロスコープのプロブをあてて2波形を同時に表示させて観測します。

信号発生器の周波数を少しずつ変化させ、各周波数で2波形を比較することで通過振幅特性( $\text{dB}|S_{21}|$ )はある程度把握できます。

ただし、図4で示すようにオシロスコープのプロブのインピーダンスは、1 MHz以下では1 MΩ以上あるが、100 MHzでは数百Ω程度まで低下するため、プロブが回路に影響して正確な値を見ることは難しいといえます。



(a) 通過特性・反射特性をパッと調べてトライアル・アンド・エラー！



(b) オシロスコープやシグナル・ジェネレータを駆使して調べられることもできるが、手間がかかるし十分な調査ができない…

図1 NanoVNAの“ある”“なし”で大きく変わる回路づくりの世界