

## 特集



## 第1章 世界中でブーム! 超小型VNAのオリジナル設計者による開発記

### NanoVNA: 手のひらサイズのオープン・ソースVNA

高橋 知宏  
Tomohiro Takahashi

#### 1 手のひらでスミス・チャートが踊る!

NanoVNAは手のひらに乗るクレジットカード・サイズのVNAです。パソコンなしにスタンドアロンで使えるRF測定器です。2016年に設計製作し、少数をキットとして頒布したあと、オープン・ソース・プロジェクトとして公開していました。2019年になって中国で製造販売されて大量に市場に出回り、さらに海外のプロダや技術サイトで取りあげられ、人気が出ました。RFワールドの誌面をお借りして、NanoVNAを設計製作した立場から少し解説します。

写真1は、最初に試作したオリジナルのNanoVNAです。2.4インチの小型液晶を使用しており、手のひらでスミス・チャートが踊ります。

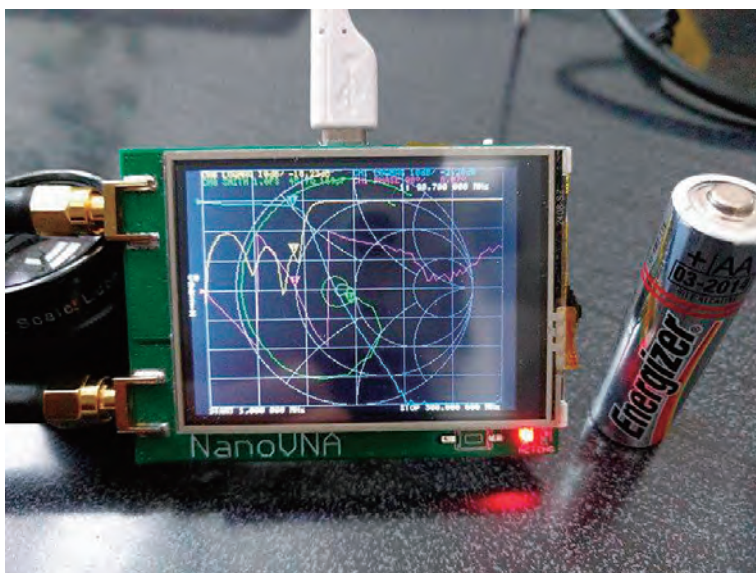
源流であるオリジナルVNWAの発表から、NanoVNAの開発と流行にいたるまでの経緯を表1にまとめて示します。

#### 1.1 面白さはどこに?

NanoVNAに触られた方の感想を伺うと一様に面白いといっていました。面白さを生み出しているものは何でしょう。もちろんVNAが電磁気の物理そのものを見えるようにする測定器であることがすべての源泉ではあるのですが、もう一つ大事なポイントは「即応性」だと考えています。

測定対象を接続すればインタラクティブにスミス・チャートやレスポンスが変化し、指で触れば特性が変化するのがすぐにわかります。1秒ちょっとの周期で測定と表示を常時繰り返しているため、ほぼリアルタイムで変化を見て取れます。

ベンチトップ測定器の場合、測定はうやうやしい儀式のようですが、手のひらサイズだと、おもちゃのように片っ端からデバイスをつないで、挙動の変化が手に取るようにわかります。スタンドアロンにすること、測定周期を速くすること、スイッチONで即座に測定できること、デジタル・テストのように手軽に使え、なおかつ実用的であることを目指しましたが、



〈写真1〉最初に試作したNanoVNA。2.4インチ液晶を使用

〈表1〉源流であるVNWAの発表から、NanoVNAの開発と流行に至る経緯

時期	出来事
2007年2月	Prof. Dr. Thomas C. Baier, DG8SAQ: "A Low Budget Vector Network Analyzer for AF to UHF", QEX, Mar./Apr. 2007, ARRL
2008年12月	Prof. Dr. Thomas C. Baier, DG8SAQ: "A Small, Simple, USB-Powered Vector Network Analyser Covering 1 kHz to 1.3 GHz", QEX Jan./Feb. 2009, ARRL
2010年6月	西村芳一: 「VNWA2」キットの製作・試用記, RFワールド No.10
2015年6月	特集「オールソフトウェア無線」, インターフェース 2015年7月号
2016年2月	FriskSDRを試作
2016年5月	NanoVNAの回路と基板を設計
2016年8月	NanoVNAの実装開始(ハードウェアとファームウェア)
2016年12月	NanoVNAのキット化, 頒布とともにGitHubに公開
2019年3月	Hugen氏が試作改良記事を掲示板に公開(中国). 製造頒布を開始
2019年6月	group.ioにフォーラム開設(英語)
2019年8月	HackADay "NanoVNA is a \$50 Vector Network Analyzer" <a href="https://hackaday.com/2019/08/11/nanovna-is-a-50-vector-network-analyzer/">https://hackaday.com/2019/08/11/nanovna-is-a-50-vector-network-analyzer/</a>
2019年12月	Dr. George R. Steber, WB9LVI: "An Ultra Low Cost Vector Network Analyzer", QEX Jan./Feb. 2020, ARRL

その目標はある程度は達成できたのではないかと思います。

## 1.2 手軽でインタラクティブであることは教育的

手軽でインタラクティブであることは、教育的であると考えています。たとえミス・チャートがなんであるかを知らなかったとしても、さわっているうちにその意味合いを理解してもらえるようになるのではと期待しています。

さらに、ハードウェアの改造やソフトウェアを修正することを通じて、より深い理解につながると考えます。壊したところでたかがしれていますので、気軽に改造できます。

そういう意味で、NanoVNAに触れて欲しい主なターゲットは、学生や若いエンジニアの方々です。学校やクラブに気軽に使えるVNAがあることで、RFや電磁気を肌感覚でわかるエンジニアがたくさん生まれることを願っています。

## 2 実現にいたる過程

NanoVNAの実現にいたる過程を少し紹介したいと思います。

### 2.1 DG8SAQのVNWAが与えたインパクト

NanoVNAの基本的な原理と構成はドイツ応用科学大学のThomas Baier教授(コールサインDG8SAQ)が開発した“VNWA”<sup>(1)</sup>(写真2)が元になっています。VNWAについては、本誌No.10の西村芳一氏による記



〈写真2〉 Thomas Baier教授(DG8SAQ)が開発した“VNWA”(写真はVNWA2)

事<sup>(2)</sup>でその存在を知りました。PCアダプタ・タイプの2ポートVNAですが、小型ながら1.3 GHzまで測定可能であり、たいへんインパクトのある製品でした。

ARRLのQEX誌に掲載された開発者DG8SAQによる解説記事がPDFファイルで公開されていたので、その記事を読み込んで原理と回路構成の詳細を把握しました。

あいにくVNWAのキット頒布はすでに終了していました。一方で完成品を買って使うことには興味が無かったので、基本原理と動作を確認するために公開された情報から回路と基板を起こして試作と実験を行い、VNAとして機能することを理解しました。安価なミキサICとチップ抵抗による簡単なブリッジで測定できることに感動しました。このあたりの経緯はブログ<sup>(3)</sup>にまとめています。

### 2.2 VNWAの課題

一方でVNWAには次の課題があると考えました。