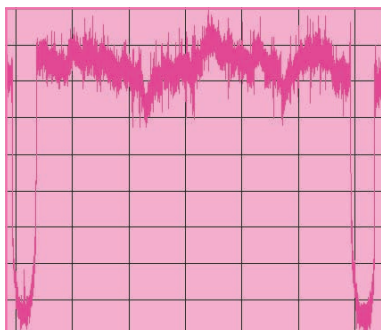




2.7 GHz までの 20 MHz 帯域の電波を
ハード・ディスクに記録して再現できる！

電波信号の 記録・再生システムと観測例

清水 尚
Hisashi Shimizu

開発の背景

■ 移動体用受信機の性能試験に 現場での検査は不可欠

カーナビなど、移動を伴う受信機の設計者にとって、山間部や高層ビル街などの電波環境が理想的でない場所で、受信機を確実に動作させるのは難題です。このような場所では、山やビルなどが放送局や衛星からの電波を遮るため信号強度が低下してしまいます。また、都市環境では、電波が建物などの壁で反射を繰り返すことで生じるマルチパス・フェージングも問題になります。

一般に受信機のテストには専用の信号発生器を使用します。GPS 受信機なら GPS 信号発生器、テレビであれば地上デジタル・テレビ信号発生器などです。

また、理想的でない信号でも受信できるかどうかを確認するために、ノイズを信号に加えて、現実に近い状態の信号を発生させて試験することもあります。

しかし、一般的な信号発生器でできることには限界があります。例えば、高層ビルが林立するような環境で生じるマルチパス・フェージングを完全に再現することはできません。専用シミュレータもありますが、

最終的に実環境(現場)での検査は避けて通れません。

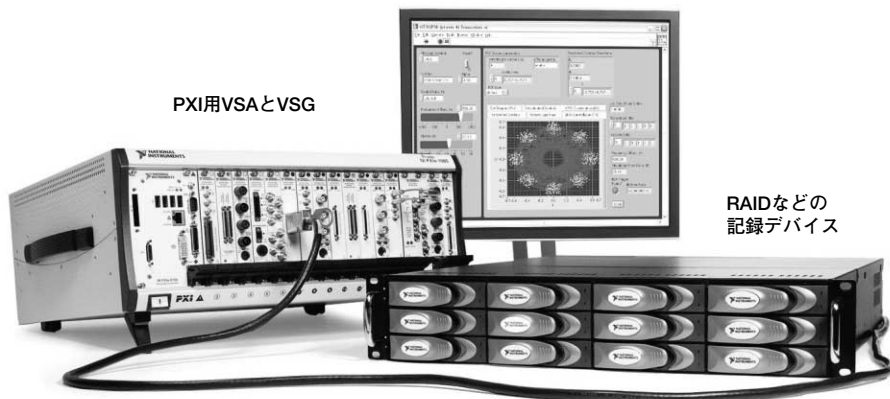
■ 現場の電波環境を そのまま実験室で再現したい

海外向け受信機の開発では、検査のために海外に赴かなければならないこともあります。現地での検査がうまくいかなかった場合、再度実験室に戻って受信機に改良を加え、また現場で検査することになります。このような、実験室と現場との往復は多大な時間と経費がかかります。

このような状況を打破するために、現場に出向いて検査を行う代わりに、現場で電波環境を記録し、記録した信号を実験室で再生する「電波信号の記録・再生システム」が開発されました。これにより実験室と現場との往復が減り、時間とコストを大幅に削減することが可能となります。

従来は、このような電波の記録・再生システムをメーカーによっては社内で作作してきたのが実情です。

ところが近年の PC ベース計測技術の進化により、市販品の組み合わせで、このようなシステムを実現できるようになりました。本稿では、PC ベース計測器を使った「電波信号の記録と再生システム」(写真1)について説明します。



〈写真1〉電波信号の記録・再生システム [日本ナショナルインスツルメンツ(株)]

システム構成と仕様の概要

システム構成を簡単に表したのが図1です。現場の電波環境を実験室で再現するためには、まず現場に向いて「電波信号の記録と再生システム」内のRFベクトル信号アナライザ(VSA)で信号を測定し、RAID(ディスク・アレイ)などの記録デバイスに保存します。このシステムを実験室などに持ち帰り、保存された信号をベクトル信号発生器(VSG)で再生し、電波信号を再現します。

周波数範囲は250 kHz～2.7 GHz、一度に記録・再生できる帯域幅は20 MHz、ダイナミック・レンジは80 dB、保存時間2時間以上を仕様としました。

主要コンポーネントと技術

記録・再生システムは以下のコンポーネントで構成されています。

- フロントエンドとアンテナ
- VSAとVSG
- RAIDなどの記録デバイス
- ソフトウェア

ベクトル信号アナライザとベクトル信号発生器

信号を記録するためにはベクトル信号アナライザ(VSA)を使います。VSAとは、帯域幅が広いスペクトル・アナライザ(スペアナ)のようなものです。また、ベクトル信号発生器(VSG)は、広い周波数帯域のRF信号を発生できる信号発生器です。

VSAとVSGは、それぞれ記録・再生する信号に応じて周波数、帯域幅、ダイナミック・レンジが十分なものを使います。例えば、GPSの場合は中心周波数が1.57 GHz、帯域はおよそ2 MHz、ダイナミック・

レンジは50 dBm程度が必要です。地上デジタル・テレビ放送は470～770 MHzのUHF帯で、1チャンネルあたりの帯域幅は6 MHzです。記録したいチャンネル数に応じて記録する帯域幅の要求が変わります。

PXI型計測器

● 高速パソコンの既存技術を活用

さまざまな計測器メーカーがVSAやVSGなどを発売していますが、その多くは記録・再生システムに必要な記録容量が十分ではありません。一般的なVSAは設計段階での信号の確認用に最適化されていて、データ保存も長くて数秒程度です。同じく、一般的なベクトル信号発生器は長時間の波形発生はできません。記録・再生システムには最低でも数分間のデータが必要になるため、計測器上のオンボード・メモリにしかデータを記録できない一般的な「箱型」計測器は、記録・再生システムには利用できません。

この課題を解決するのが「PCベース計測器」です。近年のPC技術の発達により、高速大容量のデータ転送と記録が可能になってきました。加えて一般的に普及している技術でもあるため比較的安価でもあります。

記録・再生システムを可能にするのがPeripheral Component Interconnect Personal Computer PCIやPCI Expressに代表される高速バスです。メモリを数Tバイト搭載できれば理想的ですが高価につきます。かといって普通のハード・ディスクではスピードが追い付きません。そこで、ある程度低コストで、高速大容量のデータ保存が可能で、近年普及しているRAIDです。Redundant Arrays of Inexpensive DisksとくにRAID0構成はデータの書き込み・読み出し速度を高速化し、重複するデータがないため、より多くのデータを扱う今回の用途には最適です。

● PXIについて

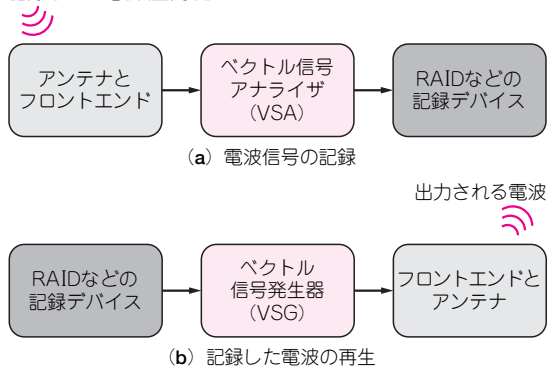
記録・再生システムに使用するVSAは、このような汎用データ保存技術を活用できるしくみになっていなければいけません。そのような汎用PC技術を活用しているのが「PXI」といわれるシステムです。PCI eXtensions for Instrumentation

PXIはPCベース計測器の規格で、主要要素は「コントローラ」と「モジュール」です。「コントローラ」部はPCであり、マウスやキーボードを接続して操作し、PCモニターを使用して計測値や波形などを表示します。オシロスコープ、マルチメータやRFVSAなどの「モジュール」をニーズに応じて加えることができます。

記録・再生システムにはVSAとVSGを使いますが、PXI型計測モジュールからの測定データはPCIバスで転送されるため、記録・再生システムで必須な高速転送が可能です。PXIの発展形といわれるPXI Expressは、PCI Expressをベースとしていて、最大1 Gバイト/sのデータ転送が可能です。

ナショナルインスツルメンツ社のVSAとVSGはPXI型なので、高速バスを介してRAIDなどの記録デ

記録される電波(空間波)



〈図1〉本システムの概略構成