

多重化伝送の登竜門「I/Q直交変調」がわかる

デジタル変調技術 基礎の基礎

第6回 BPSK/QPSK 変調信号の復調実験
(最終回)

石井 聡
Satoru Ishii



本連載では、無線データ通信の基本技術であるI/Q直交変調について解説中です。前回は、2ビット(四つの位相状態)を一つの周波数に多重化するQPSK変調回路のふるまいを実験で確認しました。今回は、QPSK復調回路のふるまいを説明します。

QPSK変調信号を復調するとき、Iチャンネル成分(0°の位相の軸)をx軸に、Qチャンネル成分(90°の位相の軸)をy軸に分解(投影)します。このxy軸平面のことを「I/Q平面」と呼びます。QPSK変調信号を正しく復調するためには、送信キャリアと受信ローカル信号の同期状態が、かぎを握ります。〈編集部〉

今回はコラムに示す基板で実験します。また、実験データ(図1～図12)の波形の意味は次のとおりです。

- CH1: Iチャンネル送信ベースバンド信号 V_{SBI}
- CH2: Qチャンネル送信ベースバンド信号 V_{SBQ}
- CH3: Iチャンネル受信ベースバンド信号 V_{RBI}
- CH4: Qチャンネル受信ベースバンド信号 V_{RBQ}

BPSK変調信号の復調…送信キャリアと受信ローカルの位相と周波数を一致させる

- 周波数が一致していないとき(Iチャンネルだけで実験)
 - ▶ 正しく復調できない

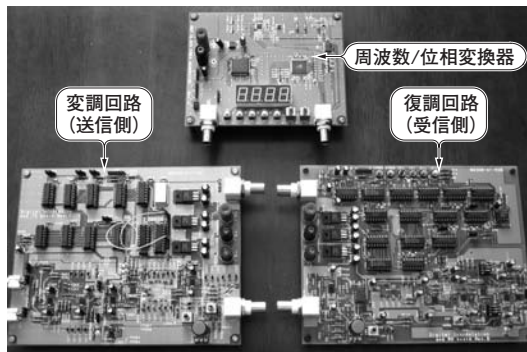
図1にIチャンネル送信キャリア V_{CI} 、Qチャンネル送信キャリア V_{CQ} 、Iチャンネル受信ローカル信号 V_{LI} 、Qチャンネル受信ローカル信号 V_{LQ} の周波数が同期していないとき($f_C \neq f_L$)のIチャンネル受信ベースバンド信号 V_{RBI} 、Qチャンネル受信ベースバンド信号 V_{RBQ} を示し

コラム 本連載の実験を試してみたい人へ! 実験基板あります!

QPSK変復調を実現する実験回路を写真Aに、ブロック図を図Aに示します。実験回路は次の三つの基板で構成されています。

- 変調回路(送信側)
I/Qチャンネル送信ベースバンド信号(V_{SBI} 、 V_{SBQ})とI/Qチャンネル送信キャリア(V_{CI} 、 V_{CQ})から、QPSK変調信号を生成する
- 復調回路(受信側)
QPSK変調信号を受信してI/Qチャンネル受信ローカル信号(V_{LI} 、 V_{LQ})と掛け算し、ローパス・フィルタを通してI/Qチャンネル受信ベースバンド信号(V_{RBI} 、 V_{RBQ})を出力する
- 周波数/位相変換器
変調回路(送信側)と復調回路(受信側)の間に接続して、I/Qチャンネル受信ローカル信号(V_{LI} 、 V_{LQ})の位相や周波数を微調整する

これまでの連載で説明してきた実験回路と動作はほとんど同じですが、I/Qチャンネル送信キャリア V_{CI} 、 V_{CQ} とI/Qチャンネル受信ローカル信号 V_{LI} 、 V_{LQ} は(回路構成の関係で)正弦波ではなく矩形波になっています。



写真A QPSK変復調を実現する実験回路(問い合わせ先: 茂原産業㈱ <http://www.battery-refresh.com/>)

これまでの連載内容

- 第1回: デジタル変調の第一歩「PSK」
- 第2回: BPSK変調信号の波形とスペクトラム