



## 米国の U/VHF 帯デジタル無線機で 使われている標準方式

## 無線通信用デジタル音声方式 APCO - P25

西村 芳一

Yoshikazu Nishimura

### はじめに

世界的な無線通信の流れとして、デジタル化が急速に広がってきています。従来は一般の人が持っている汎用の受信機でほとんどの無線通信が傍受可能でしたが、現状ではかなりの部分がデジタルに移行し傍受不可能になってきています。

従来のアナログ音声通信における FM だとか AM 変調方式と違って、デジタル変調ではさまざまな方式が国や地域によって乱立し、統一された規格はありません。したがって、デジタル無線通信の話をする場合は、一般論で述べるのが不可能です。

そこで本稿は、米国内で警察/消防/防衛などパブリック・セーフティと呼ばれる公共機関で使われ、規格が統一された「APCO-P25 規格」(以下 P-25)の無線機を中心にお話します。写真1はモトローラ社の P-25 対応ハンディ・トランシーバ(XTS-3000)です。



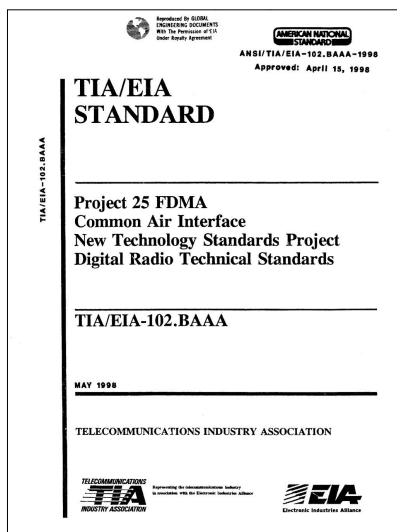
〈写真1〉 APCO P-25 対応のハンディ・トランシーバ (モトローラ社, XTS-3000)

### デジタル音声通信方式の実際

#### ■ 各種変調方式

日本国内を見渡したとき、アメリカの P-25 に匹敵する、統一規格というものは存在しません。警察デジタル無線、消防デジタル無線、防衛デジタル無線といった公共機関の方式は、いずれも非公開で個別の閉ざされたシステムになっています。とくに際立って米国と違うのは、P-25 規格(写真2)がオープン・プロトコルで、必要があればその明細な仕様を入手することが可能なことです。ただし、インターネット上に無料で公開されているわけではなく、資料を購入する必要があります。

携帯電話も立派な無線機ですが、それを除いたものとして、デジタル音声無線通信で使われている例を表1に示します。一般的に連絡用のデジタル無線機



〈写真2〉 P-25 の規格書 (ANSI/TIA/EIA-102.BAAA)

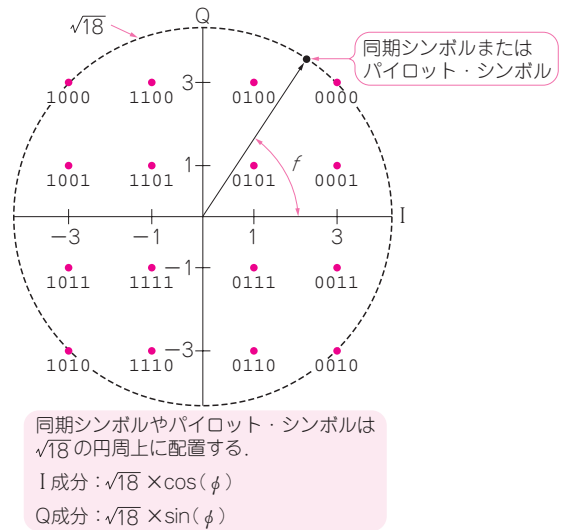
〈表1〉世界で使われているデジタル無線(U/VHF帯)の例

方式	およその スタート年	開発元	地域	チャンネル・ ステップ[Hz]	トラッキング 方式	変調方式	伝送速度 [bps]
EDACS (APCO-P16含む)	1987	Ericsson	米国, アジア, 欧州	12.5 k, 25 k	FDMA	GFSK	9.6 k
TETRAPOL	1990	Matra Communications	フランス	12.5 k	FDMA	GMSK	—
iDEN	1994	Motorola	米国ほか13か国	25 k	6スロット TDMA	16QAM	64 k
TETRA	1994	ETSI	欧州	25 k	4スロット TDMA	$\pi/4$ シフト DQPSK	36 k
APCO P-25	1998	APCO	米国	6.25 k, 12.5 k	FDMA	C4FM, CQPSK	9.6 k
デジタル MCA	1993	社電波産業界	日本	25 k	6スロットおよび 4スロット TDMA	M16QAM, $\pi/4$ シフト QPSK	64 k, 32 k
タクシー無線	2005	社電波産業界	日本	6.25 k	—	$\pi/4$ シフト QPSK	9.6 k
アルインコ・ デジタル	2000	アルインコ(株)	日本および全世界	6.25 k	—	GMSK	4.8 k
D-star	2003	JARL	日本および全世界	6.25 k	—	GMSK	4.8 k

は、従来FM通信で行われたU/VHF帯のものです。その変調方式は多値FM変調、FSK、QPSK、QAMなどの単一キャリアのものがほとんどです。

一方、短波帯のデジタル無線機では、電離層伝搬するためフェージングが激しく、かつ狭帯域であるため、U/VHF帯で使われる変調方式では対応できません。そのため、マルチ・キャリアのOFDM変調が一般的に使われます。また信号帯域が2.5kHz程度しかなく、極低ビットの音声圧縮との組み合わせが必須です。実例として、エーオーアル社のARD9800(本稿のAppendix参照)があります。

国内のデジタル音声無線通信で、オープンな規格の代表は、デジタルMCAです。16QAM変調(現在は800MHz帯で $\pi/4$ シフトQPSK)を使っています。この規格は、P-25と同じように規格書として購入可能です。参考のためデジタルMCAのM16QAMの変調コンスタレーションを図1に示します。



〈図1〉デジタルMCAで使われているM16QAMの変調コンスタレーション

## ■ トランキング・システム

### ● FDMAやTDMAによって、割り当てられた周波数資源を有効利用するシステム

無線のデジタル化を語るときに、トラッキング・システムを抜きには話せません。これは周波数資源を有効に使うために考えられたものです。一般的に無線事業者に対して許可された周波数チャンネル数は、利用者数に比べてはるかに少ないものです。これを効率よく使うシステムが必要です。利用者がいっせいに同時に使うことは考えられず、現在使いたい人またはグループに対して、動的に有限な周波数チャンネルまたはタイム・スロットを割り当てるものです。

先の表1に示したのは、現在世界的に使われている

システムです。大きく分けて、周波数チャンネルを振り分けるもの(FDMA)と、時間スロットを振り分けるもの(TDMA)とに分かれます。

周波数チャンネルを振り分ける方式は、従来のアナログ無線機との親和性がよく、デジタルとアナログの共存ができるため、米国を中心に広く使われています。一方、ヨーロッパのTETRAに見られるように、時分割多重のデジタル回線を使い、タイム・スロットを振り分ける方式はフルデジタル・システムであり、アナログ無線機とは共存できません。

### ● 基地局とプロトコル

それからトラッキングには、チャンネルを割り当てる