

デジタル地域振興用システムの 変調方式の選定

地域振興用周波数の有効利用のための技術的条件に関する調査検討会事務局

【第1回会合確認内容】

地域振興用システムのデジタル化に当たっての基本的な考え方

地域振興用システムのデジタル化については、これまでの「150/260/400MHz帯業務用移動無線の周波数有効利用」の検討経過から、次の考え方を基本とする。

1 各システムの変調方式は同一かつ回路構成が単純であること。

回路構成が単純で、多くのメーカーが製造可能となることにより、機器価格の低廉化が期待できる

2 地域振興MCA及びマリンコミュニティホーンの通信(周波数切替)方式はMCA方式であること。

他の利用者との混信の回避及び周波数の有効利用を図ることが期待できる

3 狭帯域化を図り、チャンネル間隔は最小となることが望ましい。

周波数の有効利用を図ることが期待できる

各変調方式の特長

変調方式	特長
アナログFM	信号の周波数をアナログ信号で変化させて伝送する方式。アナログ方式のためモデムの利用でデータ伝送も可能。移動局間直接通信にも適する。周波数利用効率は低い。送信出力は一定のため送信出力段のコスト・効率で有利。
$\pi/4$ シフト QPSK	信号の位相を変化させて情報を伝送する方式。伝送速度がやや高い。 <u>マルチチャネルの周波数利用効率が高い</u> 。SCPCでは移動局間直接通信にも適する。 <u>ピークファクタがやや大きい</u> ため送信出力段のコスト・効率で不利。
16QAM	2つの位相の異なる信号の振幅をそれぞれ変化させて合成し情報を伝送する方式。伝送速度が高い。 <u>マルチチャネルの周波数利用効率が高い</u> 。SCPCでは移動局間直接通信にも適する。 <u>ピークファクタが大きい</u> ため送信出力段のコスト・効率で不利。
M16QAM	4つの位相の異なる信号の振幅をそれぞれ変化させて合成し情報を伝送する方式。伝送速度が高く、 <u>多重数が多い</u> ため <u>マルチチャネルの周波数利用効率が最も高い</u> 。移動局間直接通信には不向き。 <u>ピークファクタが大きい</u> ため送信出力段のコスト・効率で不利。
RZ SSB	信号の振幅をアナログ信号で変化させて伝送する方式。アナログ方式のためモデムの利用で高速データ伝送も可能。移動局間直接通信にも適する。 <u>ピークファクタがやや大きい</u> ため送信出力段のコスト・効率で不利。
4 値FSK	信号の周波数を変化させて情報を伝送する方式。伝送速度は他の方式に比べ遅い。 <u>マルチチャネルの周波数利用効率が高い</u> 。SCPCでは移動局間直接通信にも適する。 <u>送信出力は一定のため送信出力段のコスト・効率で有利</u> 。

各変調方式の比較

変調方式	FM		$\pi/4$ シフトQPSK				16QAM			M16QAM	RZ SSB		4値FSK	
チャンネル 間隔	12.5kHz	25kHz /20kHz	6.25kHz	12.5kHz	25kHz (32kbps)	25kHz (36kbps)	6.25kHz	12.5kHz	25kHz	25kHz	6.25kHz	12.5kHz	6.25kHz	12.5kHz
アクセス 方式	SCPC	SCPC	SCPC	TDMA	TDMA	TDMA	SCPC	TDMA	TDMA	TDMA	SCPC	TDMA	SCPC	TDMA
多重数	1	1	1	2	4	4	1	2	4	6	1	2	1	2
伝送速度の 上限[kbps]	—	—	9.6	19.2	32	36	16	32	64	64	19.2	28.8	4.8	9.6
MCA時の 周波数 利用効率	×	×	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○
移動局間直 接通信時の 周波数 利用効率	×	×	○	×	×	×	○	×	×	×	○	×	○	×
価格 ※1	○ 1.0	○	△ 1.2 ~1.5	△	△	△	△ 1.5	△	△	△	○ 1.0 ~1.5	△	○ 1.1 ~1.3	△
デジ・アナ デュアル 対応 ※2	—	—	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○

※1 価格欄の数値は、12.5kHz FMを基準とした送受信機コスト(『平成10年度 電気通信技術審議会答申 諮問第94号「400MHz帯等を使用する業務用の陸上移動局等のデジタル・ナロー通信方式の技術的条件」平成10年6月29日』、『「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件について」のうち「小電力を用いる自営系移動通信の利活用・高度化方策に係る技術的条件」に関する一部答申【平成14年9月30日付け 情報通信技術分科会諮問第2009号】の情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告 平成20年3月26日』より)

※2 アナログ・デジタルのデュアルモード無線機を比較的安価に提供できることにより、円滑なデジタル化移行の可能性輪評価

地域振興用システムに適したデジタル方式

地域振興用システムのデジタル化に当たっての基本的な考え方(第1回会合確認内容)に加え、各変調方式の特長及び比較検討から、次のポイントにより地域振興用システムに適したデジタル方式を評価する。

1 周波数の有効利用

狭帯域化を図り、チャンネル間隔が最小となることが望ましく、チャンネル間隔が6.25KHzとなるアクセス方式SCPCが適しており、周波数利用効率が最も高くなる。

2 機器価格の低廉化

比較検討の価格相対値※から各変調方式のアクセス方式SCPC(M16QAM除く)が低価格であり、特に4値FSKはシステム構成の簡便性やFM変調方式との共通性により、送信電力増幅器の小型化、省電力化が容易なことから、機器価格の低廉化が期待できる。

※[送受信機のコスト]—情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会報告 平成20年3月26日

$\pi/4$ シフト QPSK—リミッタ遅延検波により受信部を構成でき、また送信電力増幅器の小型化が容易であることから、コストとしては12.5kHz FMの約1.2～1.5倍程度とすることが可能である。

16QAM—送信電力増幅器は、 $G=0.5$ の $\pi/4$ OQPSKと比較しピークファクタが大きい分、サイズが大きくなるが、 $\alpha=0.2$ の $\pi/4$ シフトQPSKと同程度のサイズ、コストになると見られている。また、受信機は、DSPを使用した準同期検波となり複雑となる。トータルコストとしては、12.5kHz FM送受信機に比べると約1.5倍程度になると見込まれるが、量産化によるコストダウンが期待される。

RZ SSB—RZ SSB方式に必要なヒルベルト変換回路、リニアライザ回路や狭帯域フィルタ等必要なLSIを含めた部品類の開発により無線機のコストは12.5kHz FMの1.0～1.5倍程度、しかしながら、2年前に製造中止となっている。

4値FSK—送受信機が従来のFM受信機と同様で構成が簡単であり、送信電力増幅器の小型化、省電力化が容易であることから、コストとしては12.5kHz FMの約1.1～1.3倍程度と想定できる。

以上の評価から、変調方式は「4値FSK」、アクセス方式は「SCPC」が地域振興用システムに適したデジタル方式と判断できる。

検討するデジタル地域振興用システムの諸元

項目	内容
変調方式	4値FSK
チャネル間隔	6.25kHz
アクセス方式	SCPC
多重数	1
送信占有周波数帯幅	4kHz
伝送速度/情報帯域	4.8kbps
ロールオフ率	0.2
等価受信帯域幅	4kHz
雑音	-24.8dB μ V
Eb/No @ BER=1%	10.5dB
CNR @ BER=1%	11.3dB
NF	8.0dB
機器マージン	6.0dB
受信感度	0dB μ V
基準感度	0dB μ V

デジタル地域振興用システムの無線機の諸元

項目	内容
通信方式	2周波単信方式
電波の型式	5K80F1E、5K80F1D（4値FSK SCPC）
周波数切替方式	MCA方式（NXDN）
中継方式	再生中継方式
送信周波数	（基地局） 367.446875MHzから367.740625MHzまでの6.25kHz間隔の周波数48波 （移動局） 385.446875MHzから385.740625MHzまでの6.25kHz間隔の周波数48波
チャンネル間隔	6.25kHz
空中線電力	（基地局）10W以下 （陸上移動局）10W以下
占有周波数帯幅の許容値	5.8kHz