

情報通信審議会 情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会
公共業務用無線システム作業班（第2回）資料

音声通信システムにおけるデジタル方式の要求条件

令和8年9月29日
株式会社 国際電気

1. デジタル方式の要求条件

■ ユーザ調査における、主な意見・要望等を以下に示す。

- 公衆網は、災害時に通信輻輳や事業者による通信統制で使用出来なくなる可能性、利用エリアに携帯電話基地局のない範囲も含まれることから、カバレッジと確実な通信(自営通信)に対するニーズが強い
- 主に音声通話での情報伝達のため、通信品質への要望が高い
- デジタル方式への移行方策については、不必要なアナログ・デジタルの混在運用を回避し、一括更新が望ましいとする回答が多く見受けられた結果にある

■ 想定されるデジタル方式の要件及び導入モデル

● デジタル方式の要件

現状の無線方式、及び主要な通信機能が、アナログ(FM)方式による業務指示等の音声通信が主体であることから、以下のようにデジタル方式の要件を整理した。

- 現状と遜色のない「通信エリア」と「通信品質」を確保すること(基本要件)

● デジタル方式の導入モデル

- ① 変調方式 : 導入機器について、運用・環境への適応性及び、経済性・利便性等を考慮すると、比較的小型・軽量かつ、低廉に実現できる『4値FSK方式(SCPC)』が優位と考えられる。
- ② 主要機能等: 4値FSK方式については、音声機能のほか、以下の製品例や技術が実用化されており、一般に利用可能。
 - ・ 例えば、GPS位置情報やSMSなどの比較的低速度なデータ伝送機能を具備した製品例。
 - ・ デジタル/アナログのデュアルモードを採用し、段階的な機器更新をサポートする製品例。
 - ・ 移動通信システムとして、フェージング環境における良好な回線品質の確保方策として、受信ダイバーシチ方式(最大比合成方式など)が有効技術として、基地局・車載に実用化されている。

2. 想定されるデジタル方式の導入モデル

■ デジタル方式の導入モデルにおける主なシステム条件については、実用化を見据え、製品化開発に大きな新規要素、インパクトの少ない現行の技術的条件の踏襲/準用、及び標準規格を参照することが有効である。デジタル方式の導入モデルと現行アナログ方式の主要諸元の比較を下表に示す。

- 通信方式については、現行アナログ方式に準じ1周波単信方式とした
- デジタル方式の具体的な変調パラメータ等については、本変調方式に広く実用機器に採用されているARIB STD-T102(第2編)を参照した

●デジタル方式導入モデルと現行アナログ方式の主要諸元の比較

項 目	デジタル方式導入モデル	現行アナログ方式
① 無線周波数帯	60MHz帯/150MHz帯 ^[注]	60MHz帯/150MHz帯
② 変調方式	4値FSK	FM
③ 電波型式	F1E、F1D	F3E、F2D
④ 占有周波数帯幅の許容値	5.8kHz以下	16kHz以下
⑤ アクセス方式	SCPC	SCPC
⑥ 通信方式	1周波単信方式	1周波単信方式
⑦ 信号伝送速度	4.8kbps	—

^[注] 150MHz帯の狭帯域デジタル通信方式については、制度化済(無線設備規則(昭和25年電波監理委員会規則第18号)第57条の3の2)であり、本作業班の検討対象外の周波数帯であるが、参考として記載する。

2. 想定されるデジタル方式の導入モデル

■ デジタル方式の回線設計のパラメータ(所要受信入力電圧、空中線電力)については、現行の電波法関係審査基準の関連規定や、移動系の回線設計手法等を参考に検討した。

①所要受信入力電圧

デジタル方式(4値FSK)の所要受信入力電圧は、各周波数帯における無線機の熱雑音電力及び外来雑音電力から、総合雑音電力を算出し、この値と所要C/N値(@BER=3%相当)から導出した。また、受信ダイバーシチを適用した場合についても検討した。所要受信入力電圧の試算結果を下表に示す。

・所要受信入力電圧(dB μ V) = 所要C/N + 総合雑音電力 + 場所率マージンM (換算式0dB μ V=-113dBm)

ここで、場所率マージンMは、サービスエリア全体の中でカバーすることができる割合を示すパラメータ(dB) (本計算では、M=3dB (電波法関係審査基準の標準値)の事例)

●デジタル方式(4値FSK)における所要受信入力電圧

#	項目	単位	60MHz帯	(参考)150MHz帯	
1	受信ダイバーシチ	—	無	無	有
2	等価受信帯域幅	kHz	4	4	4
3	所要C/N ^[*1]	dB	22	22	18 ^[*2]
4	雑音指数NF	dB	8	8	8
5	熱雑音電力	dBm	-129.8	-129.8	-129.8
6	外来雑音電力 ^[*3]	dBm	-117.5	-124.7	-124.7
7	総合雑音電力	dBm	-117.3	-123.5	-123.5
8	場所率マージンM	dB	3	3	3
9	所要受信入力電力	dBm	-92.3	-98.5	-102.5
10	所要受信入力電圧	dB μ V	20.7	14.5	10.5

●場所率マージンM^[*4]

サービスエリア全体の カバー率(%)	97%	95%	90%	85%
サービスエリア周辺 のカバー率	90%	83%	70%	60%
場所率マージンM	7.6dB	6dB	3dB	1.5dB

[*1] 電波法関係審査基準：C/N=22dB(BER=3%相当、基準C/N16dBと機器マージン6dB(固定劣化含む)の和)

[*2] 電波法関係審査基準：「スペースダイバーシチを用いる場合は、表中の値から4dBを減じた値とする。」を参照した

[*3] 電波法関係審査基準規定値(60MHz帯は4kHz換算値)。なお、外来雑音電力を実測した場合は、その実測値を用いる(電波法関係審査基準による)

[*4] VHF帯等を利用したデジタル無線設備における技術基準等に関する調査検討報告書、社団法人電波産業会、平成16年3月、p.17、表2.3.8-1

2. 想定されるデジタル方式の導入モデル

②空中線電力

デジタル方式の空中線電力について、アナログ方式との受信感度(回線品質)の比較により検討した。

- 両者の回線品質の条件は、参考文献[*1]より、メリット2～3に相当するSINAD=12dB(アナログ(FM))、BER=1%(静特性)を基準とするものとされており、現行の電波法関係審査基準においてはBER=3%(動特性)が基準とされている。アナログ方式とデジタル方式の受信感度等の比較を下表に示す。なおこの値は、静特性に対し所要C/N比で5dB高い値にある。
- アナログ方式に対するデジタル方式の受信感度の差が-1dB(項4)となることから、デジタル方式の空中線電力は、アナログ方式(25W)に対して、回線設計における回線品質がほぼ同等となる20Wとすることが適当と想定される。

●アナログ方式とデジタル方式の受信感度等の比較(デジタル方式の空中線電力の検討)

#	項 目	アナログ方式	デジタル方式	備 考
1	変調方式	FM	4値FSK	
2	アクセス方式	SCPC	SCPC	
3	受信感度(規格感度) ():アナログ方式の規格感度に対する差分(dB)	6dB μ V(0)	0dB μ V(-6)	参考資料[*2]:表3-1
4	受信感度(BER:3%)[デジタル方式回線品質基準] ():アナログ方式の規格感度に対する差分(dB)	—	5dB μ V(-1)	参考資料[*3]:表3-5 (フェージング、非ダイバーシチ)

備考:空中線電力(デジタル方式)=アナログ方式空中線電力(44dBm(25W))-1dB(項4)=43dBm(20W)

[*1] H10年6月電気通信技術審議会(諮問第94号に対する)答申:「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」

[*2] 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):「情報通信審議会諮問第2009号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」(平成14年9月30日諮問)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(簡易無線局等に適したデジタル方式の技術的条件、無線操縦機器(ラジオコントロール)の高度化方策に関する技術的条件及び動物の位置把握・検知に必要な技術的条件)に係る技術的条件」

[*3] ARIB STD-T102(第2編)