

同報系防災無線システムの低廉化に向けた調査検討 報告書要約版

平成26年3月

同報系防災無線システムの低廉化に向けた調査検討会

調査検討の背景と目的

◇ 3.11大震災をはじめ、異常気象に起因する大型台風、集中豪雨、竜巻による被害が全国各地で発生！

◇ これら災害時「住民の命を守る」情報伝達手段のひとつとして「同報系防災無線システム」に着目。

特に、各戸に情報伝達する戸別受信機は、聞き取りやすいことから極めて有効！

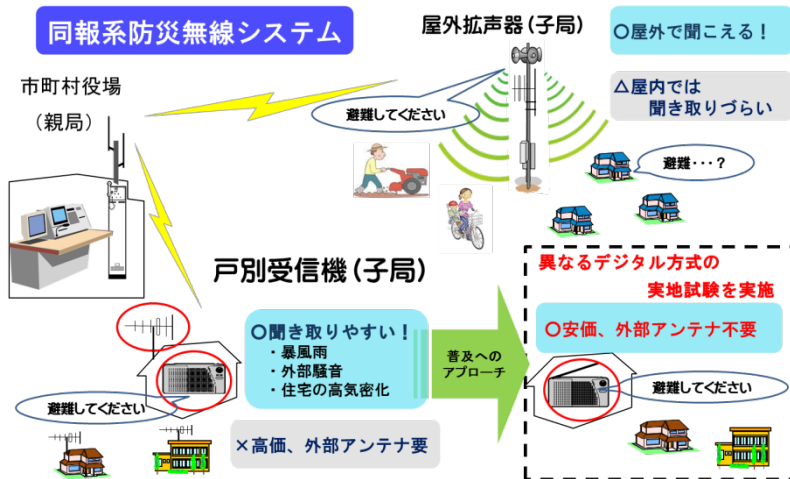
◇ 地方自治体としては全戸配布が望ましいところ、戸別受信機及び関連設備の整備コストが大きな課題

→ 岡山県浅口市における実地試験を通して、
現行方式とは異なるデジタル方式による整備コスト削減効果を明らかに！

「同報系防災無線システムの低廉化に向けた調査検討」

調査検討会 座長：田野 哲（岡山大学大学院 教授）

■ 調査検討イメージ



■ 比較したデジタル方式

16QAM方式：現行の同報系防災無線に利用されている。通達距離が比較的短い、伝送容量が比較的大きく音声ーデジタル変換は容易とされる。

QPSK方式：業務用無線等に利用されている。

16QAM方式同様、伝送容量が比較的大きく、また、通達距離も比較的長いとされるが、低価格機器への実績は少ない。

4値FSK方式：業務用無線や低価格の簡易無線等に国内外で広く利用されている。伝送容量が小さく高度な音声ーデジタル変換が必要、かつ、一部音質に問題がある一方、通達距離が長いとされる。

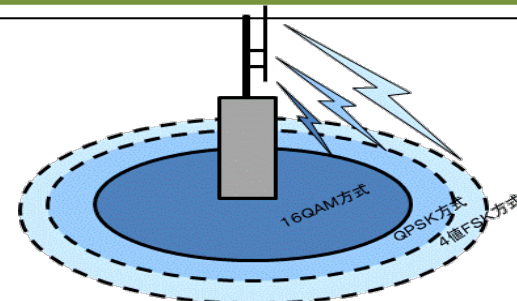
■ 調査検討会構成メンバー

- ◆有識者
- ◆国、地方自治体
- ◆防災無線システムメーカー
- ◆一般無線機メーカー
- ◆以上11者

実地試験～方法とイメージ

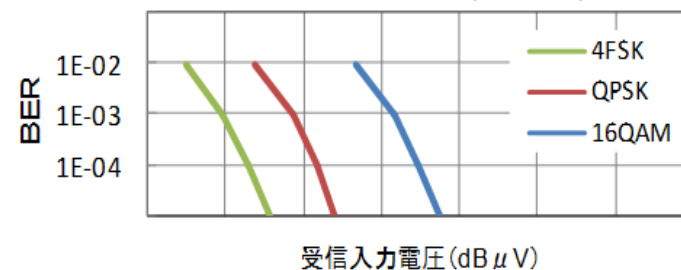
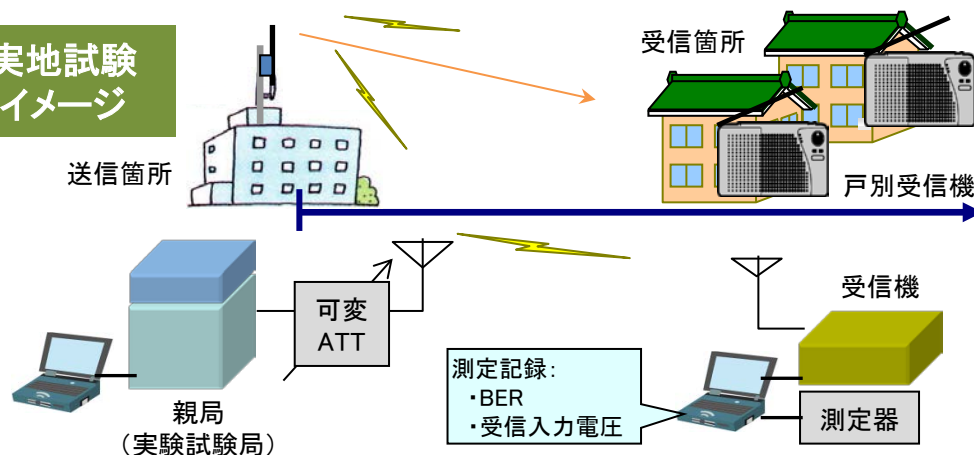
■試験方法

- ◇送信場所(実験試験局)から試験電波を送信し、受信場所(定点)にて受信入力電圧とBER(ビットエラーレート)を測定。
- ◇送信電力を可変ATT(アッテネータ)で段階的に低減し、BERを測定。
- ◇各試験装置(16QAM、QPSK、4値FSK)について、同一の空中線(送信局、受信局)の接続ケーブルをつなぎ変えて測定。
- ◇測定時に受信音声を録音し、別途個別再生による実聴試験・評価。



- 今回の測定データによる受信エリアのイメージ図
- 現行方式(16QAM)よりも、QPSK方式、4値FSK方式では、受信エリアが広がる傾向がある。

実地試験イメージ



同一地点における受信入力電圧とBERの想定カーブ(イメージ)

項番	装置	各員数	主要機能	16QAM	QPSK	4値FSK
1	親局装置(実験試験局)	1	送信機能(スリーブ、10W(可変ATT))	○	○	○
2	受信機	1	受信機能(BER、受信入力電圧)※	○	○	○

注、※)PC及び測定器を併用

実地試験～試験地の概要

- ◇試験日程:平成25年10月21日～25日
- ◇試験地:岡山県浅口市
- 送信場所:浅口市役所屋上
- 受信場所①:リサイクルセンター
(鉄骨造、壁:断熱サイディング・アスファルトフェルト、2階建て)
- 受信場所②:六条院東会館(鉄骨ALC造、平屋建て)

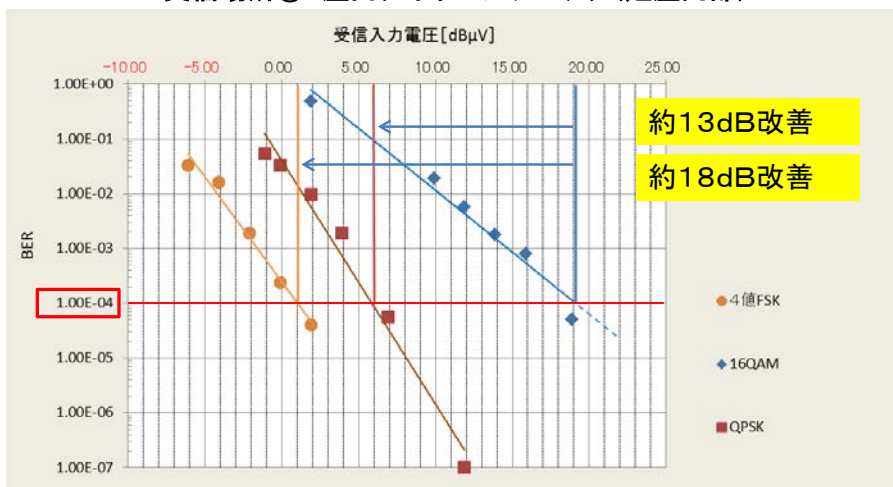


実地試験結果①～改善値の検証

■受信入力電圧対BER特性の結果

- 1 前提条件:各受信場所でのノイズ等による測定器へ及ぼす影響と試験受信機のロッドアンテナの構造上の制約より測定方法が異なることから、戸別受信機を想定しつつ、設置条件を統一し、屋内ダイポールアンテナに設定。
- 2 送信局(浅口市役所)にて、送信電力を可変ATTで段階的に低減しながら、受信場所①(距離1.0km)及び受信場所②(距離1.77km)において、BERを測定。
- 3 受信入力電圧対BER特性のグラフにより、指数近似による漸近線を引き、16QAMとQPSK及び4値FSKのBER=1E-4における、受信入力電圧の改善値を算出。

受信場所① 屋内ダイポールアンテナ(建屋内部)



受信場所② 屋内ダイポールアンテナ(建屋内部)



※漸近線はエクセル指数近似による

■受信入力電圧対BER特性の考察

- 1 受信場所②はおおむね平成24年度総務本省調査検討の試算値における所要受信入力電圧の改善値(QPSK: 6.8dB, 4値FSK: 11.1dB)の結果を確認。
- 2 しかし、受信場所②の受信入力電圧とBERの分散が大きく、変動する雑音を観測されたため、ノイズの影響を排除できるよう、比較することが必要。

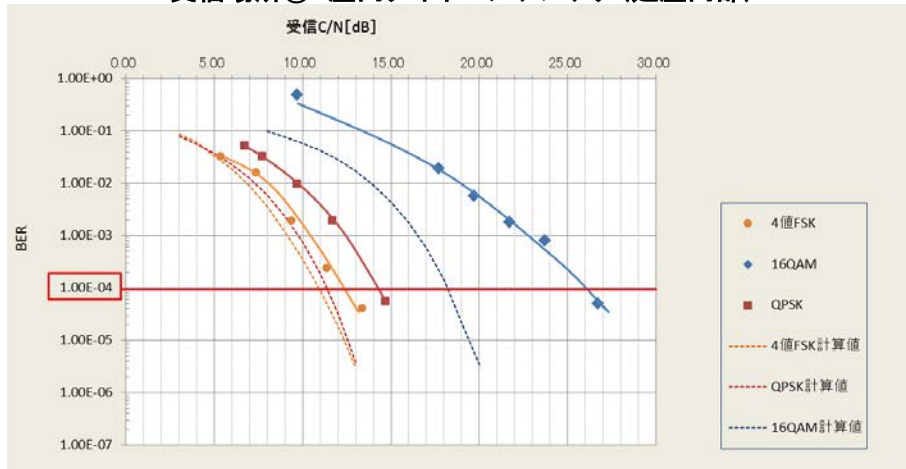
➡ 上記測定結果をC/N対BERに置き換え分析・検証

実地試験結果②～改善度の結果・考察

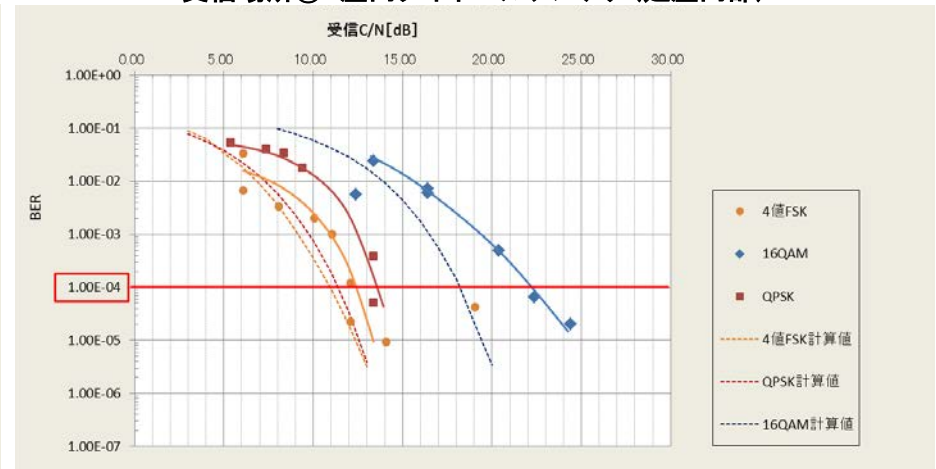
■ C/N対BER特性の結果

- 1 受信入力電圧対BER測定の際、検出された周辺雑音の値を考慮し、グラフを再構成。
- 2 グラフ値からBER=1E-4となる受信入力電圧を換算し、C/N対BER特性として、理論特性に対する受信機固定劣化と伝搬路の歪み劣化の影響を考察した結果、16QAMにおける変動劣化は約1.5～5.3dB(平均3.4dB)。
- 3 16QAMの伝送路歪みの影響と思われる劣化を除いた改善度は、おおむね当初試算値のとおり。

受信場所① 屋内ダイポールアンテナ(建屋内部)



受信場所② 屋内ダイポールアンテナ(建屋内部)



※漸近線はフリーハンド

■ 測定結果考察まとめ

- 1 16QAMは伝送路歪み、周囲の電界変動の影響を受けやすいため劣化が大きく、場所により劣化量が変動。
- 2 QPSK、4値FSKともに、伝送路の影響は受けにくい。
- 3 QPSK(C/Nによる受信入力電圧換算値約14.1～14.3dB μ V)は、16QAM(同換算値約22.4～26.2dB μ V)と比較し、約8.3～11.9dB μ V低い受信入力電圧(平均14.2dB μ V)で所要の回線品質を満足。
- 4 4値FSK(同換算値約8.7dB μ V)は、16QAM(同換算値約22.4～26.2dB μ V)と比較し、約13.7～17.5dB μ V低い受信入力電圧(平均8.7dB μ V)で所要の回線品質を満足。

実地試験結果③～実聴試験結果と考察～

■実聴試験方法等

- 1 実地試験での各変調方式、伝搬条件で、受信音声を録音し再生素材作成(CD-R)。
- 2 音源は、男性・女性アナウンスとサイレン・チャイムミュージックを採用。
- 3 評価者は、各自PC等(汎用音声再生ソフト)再生による評価。
- 4 評価者は、可能な限り男女別、世代別に配慮し、計28名。
- 5 評価は、各変調方式のBERをできる限り均一とし、かつ、伝送品質の高い条件と低い条件を比較。

条件：誤りが少なく、無線回線の良い状態での委員等評価結果

□男性／女性音声の評価結果(右:(参考)H24本省拡声子局評価)

項番	評価項目	S-CODEC	AMR-WB+	AMBE+2
		1.4×10^{-5}	1.72×10^{-4}	1.85×10^{-5}
1	品質	◎	◎	○
2	雑音の影響度	◎	◎	◎
3	聞く努力	◎	◎	◎
4	単語の理解度	◎	◎	◎
5	言葉の明瞭度	◎	◎	○

※S-CODEC:16QAM、AMR-AB+:QPSK、AMBE+2:4値FSK

項番	評価項目	S-CODEC	AMR-WB+	AMBE+2
		1×10^{-4}	1×10^{-4}	1×10^{-4}
1	品質	○～◎	◎	○
2	雑音の影響度	○～◎	◎	◎
3	聞く努力	◎	◎	◎
4	単語の理解度	◎	◎	◎
5	言葉の明瞭度	○～◎	◎	○

♪電子サイレン／ミュージックチャイムの評価結果

項番	評価項目	S-CODEC	AMR-WB+	AMBE+2
1	品質	◎	○～◎	×
2	雑音の影響度	◎	◎	×～△

項番	評価項目	S-CODEC	AMR-WB+	AMBE+2
1	品質	○	○～◎	×
2	雑音の影響度	◎	◎	×～○

凡例(評価値) ◎:4以上5以下、○:3以上4未満、△:2以上3未満、×:1以上2未満

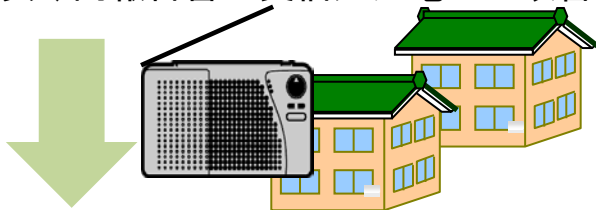
■結果考察

- 1 音声は、回線条件が悪い(音声受信するための復調が限界に近い領域)の場合も、3方式ともにおおむね良好。
- 2 **音声は、QPSK及び4値FSKともに音質で3以上、情報認識で4以上の結果から、戸別受信機として対応可能。**
- 3 サイレン・チャイムは、16QAM、QPSKはともに良好。
一方、**4値FSKは、音質が悪く実用に際しては、受信機側に音源蓄積機能などの工夫が必要。**

調査検討まとめ～エリアシミュレーション・遮蔽損失

■エリアシミュレーション

◇実地試験の結果、新たな方式(QPSK及び4値FSK)の受信入力電圧の改善度は、総務省「防災無線の高度利用技術等に関する調査検討報告書(H24)」の当初試算値どおりであり、同報告書の受信入力電圧の改善度とほぼ近似。



◇戸別受信機の試算例(同報告書)をもとにした実効所要入力電圧は以下。

16QAM・・・25.1dBμV

QPSK・・・13.2dBμV

4値FSK・・・11.5dBμV

この値をもとに、浅口市を例にエリアシミュレーション。

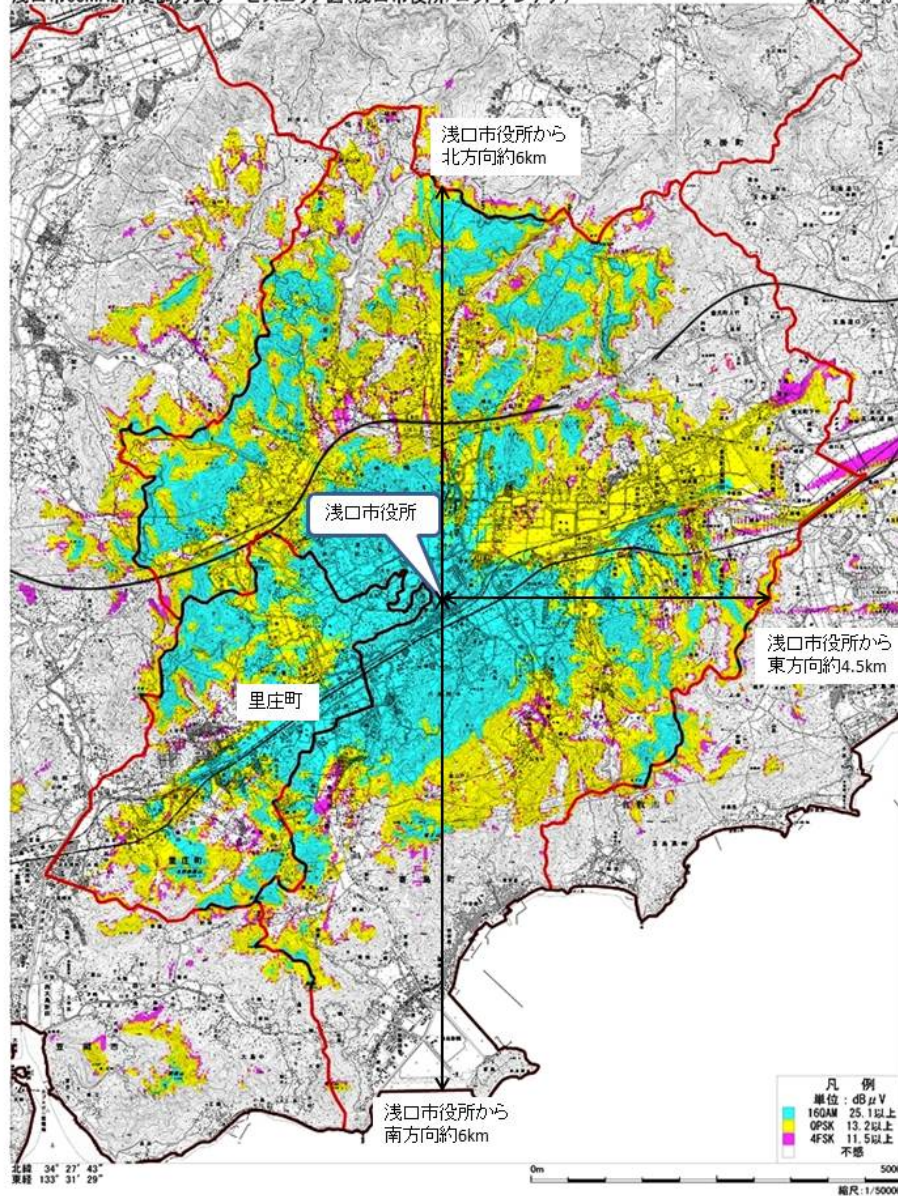
結果、浅口市内における現行方式16QAMの受信エリア(■)対し、新たな方式は、受信エリア拡大(■、■)が見込まれる。

■遮蔽損失

◇実地試験の結果、遮蔽損失の最大値としては、約25dBから約33dBまでであったが、屋内の位置によって大きな差(約3dBから約29dB)も認められた。

これらのことから、戸別受信機の設置位置を工夫すれば、受信エリアの検討等において、上記遮蔽損失(最大20dB)を想定することは、おおよそ適切な範囲であると考えられる。

浅口市60MHz帯変調方式サービスエリア図(浅口市役所/ロッドアンテナ)



調査検討まとめ～コスト比較

■低廉化の方策と課題

◇実地試験の結果、16QAM方式に比べ、QPSK方式及び4値FSK方式は、より低い受信入力電圧でも受信が可能となる(=通達距離(※)が長くなる)ことから・・・ (※:16QAM方式を1kmとした場合、QPSK方式は約2.1km、4値FSK方式は約2.3km)

1 送信箇所縮減による低廉化

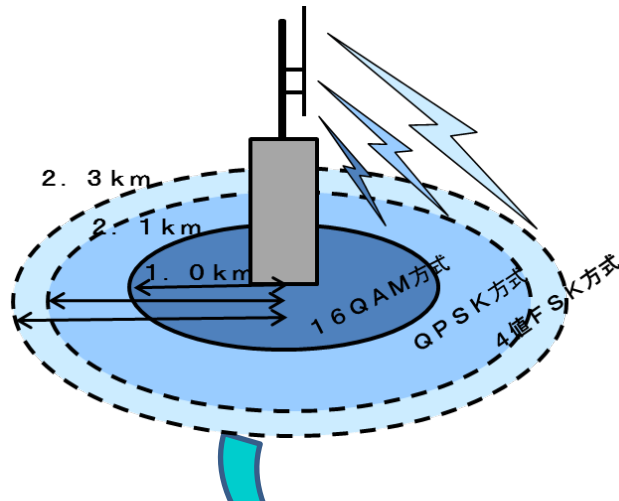
受信エリア拡大に伴い、再送信箇所縮減によるシステム全体の低廉化が可能に。

2 戸別受信機のみ受信に伴う低廉化

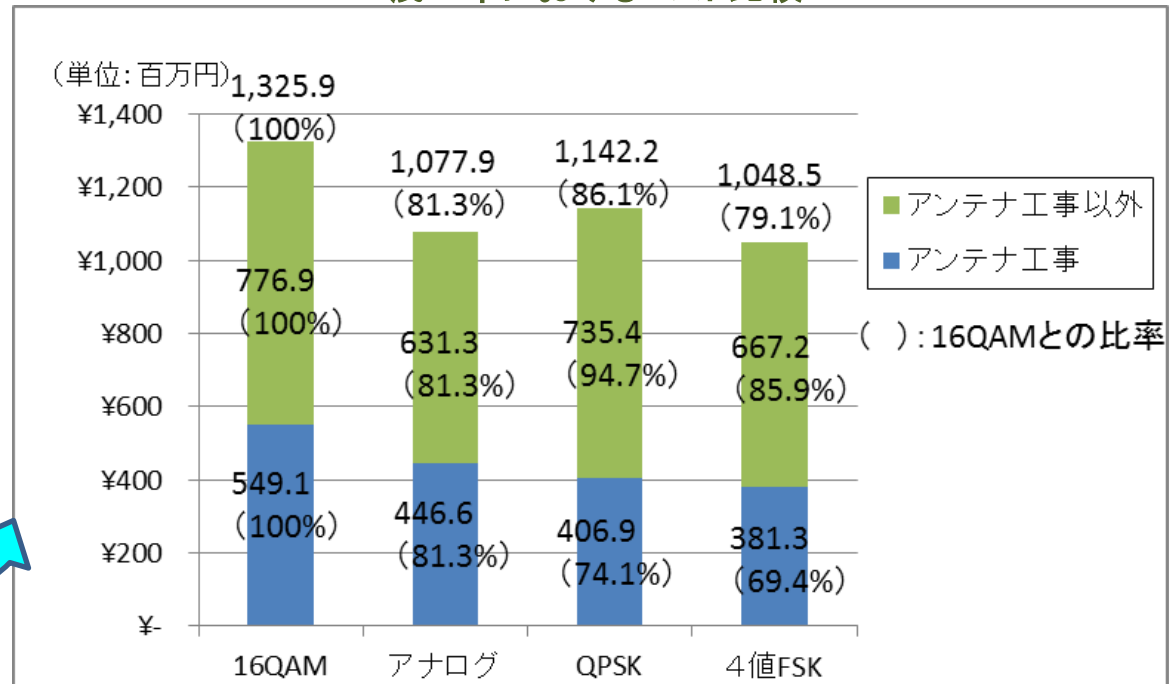
受信エリア拡大に伴い、これまで外部アンテナを必要としていた世帯から戸別受信機のみ受信可能世帯の増加。

→外部アンテナ工事の不要化に伴う戸別の設置経費の削減が可能に。

現行の16QAM方式に比べ、QPSK方式では約14%、4値FSK方式では約21%のコスト低減。(下図のとおり。)



浅口市におけるコスト比較



◇送信場所を浅口市市役所本庁のみを想定。

◇前提条件は、本省検討報告の試算値根拠額及び「戸別受信機(全世帯100%配備)」システム構成。

◇地区別世帯数データ(独立行政法人統計センター提供)を基に、受信エリアイメージ図内の世帯分布から算出。

調査検討まとめ ～ 低廉化に向けた方策と課題

■受信エリアの拡大

○受信エリア拡大により、現行16QAMでは別途外部アンテナ工事が必要となっていた一部地域において、受信機に付属するロッドアンテナのみで受信可能となり、これまでのアンテナ工事を伴う「設置」から、戸別受信機の引き渡しのみによる「配布」とすることが可能となる。

○音声受信音質は良好。

ただし、4値FSKではサイレン、ミュージックチャイムが聞き取りにくいことから、音源蓄積などの工夫が必要。

■低廉化の可能性

○受信エリア拡大により、送信箇所を少なくすることが可能となり、システム全体として低廉化が見込まれる。

○受信エリア拡大により、外部アンテナと関連工事が不要の世帯が増え、1世帯あたりの設置経費低廉化が可能。

■戸別受信機導入に当たって

○事前のエリアシミュレーションと戸別環境を考慮した屋内受信試験の実施。

○戸別受信機配備計画の策定

エリアシミュレーションを基本に、受信世帯の受信可否状況及び外部アンテナ受信世帯の把握。

加えて、津波、土砂災害、洪水等危険地区などハザードマップを考慮。

○各戸受信方法

建物の材質等による受信状態の変化、蛍光灯等屋内ノイズ環境の影響などを踏まえた対応。

住民各戸における受信環境の把握→定期的試験放送による自主的把握と認知度アップ。

■住民の命を守る戸別受信機普及のために

○防災アイテムとして定着を！

「設置」から「配布」に伴う持ち出し防災用品として位置づけ→コンパクト化や電源の充実 など。

○工事コストの軽減に加え、国際的な普及等を背景とした受信機単体コストのさらなる軽減など、新たな普及拡大の可能性に期待。

○加えて、さらなる新たな方式導入の技術検討や新たなシステム構築などの可能性を検討することも必要。