

60MHz帯デジタル同報低廉化に係る 検討状況について

～ 検討方式の追加と検証 ～

平成26年4月17日

陸上無線通信委員会
業務用陸上無線システム作業班

作業班での主な検討状況の報告

- 審議開始にあたって行った提案募集に関して、検討における取り扱いを確認
 - 「今回の検討内容に反映できる事項がないことから、審議の対象とせず、参考とする」と結論
 - (提出された内容) ① 個別受信機に対して発信機能を追加する提案
 - ② 画像情報伝送システムの提案
 - ③ CDMA方式による伝送回線の高性能化、効率化の提案
 - ④ OFDM方式によるシステムの低廉化の提案
 - ⑤ 無線システム全般に対する提案
- 想定される機能やJアラート及びサイレン等音源伝達等に関わる実現性を確認
 - 新たな方式の機能概略を整理(2p)
 - 4値FSK(7.5kHz)では、受信機にサイレンやミュージックチャイム等の音源を内蔵(蓄積)し親局側の操作で再生する必要があることから、Jアラート連動機能を検証(3p)
 - さらなる追加検証方式及び音声符号化方式について、再生品質に注目した他の選択肢の実現可能性を検討(4p)
- 新たな通信方式に対応する音声符号化方式について、拡声音声試験を実施。また、拡声音声試験の結果を踏まえ新たな検証方式を検討(6p)

電波割当上、広帯域システムの導入は困難

新たな方式の機能概略について

1 通信機能

項番	機能	機能種別	内 容	技術的な観点から見た実現性			
				アナログ (現行)	16QAM (現行)	QPSK (方式1)	4値FSK (方式2)
1	音声通信	一括通信	親局からすべての子局を対象とした片方向の同報通信。	○	○	○	○
2		個別通信	親局と特定の屋外子局(1局)間の選択呼出による片方向通信。	○	○	○	○
3		グループ通信	親局から複数の子局(グループ)を対象とした選択呼出による片方向通信。	○	○	○	○
4		連絡通話 (上り)	屋外子局(アンサーバック付き)から親局への片方向通信。	○ (単信)	○ (複信対応)	○ (単信)	○ (単信)
5	非音声通信	データ通信	文字、画像、観測情報(水位・潮位・気温等の数値)、制御情報等の非音声通信。	○ (低速:MSK)	○ (高速)	○ (中速)	○ (低速)
6		FAX通信	親局と子局の間でFAXを伝送する非音声通信。	○ (アナログ)	○(アナログ/ データ)	○ (データ)	○ (データ)
7		アンサーバック (上り)	屋外子局(アンサーバック付き)から親局への片方向通信。屋外子局の動作確認信号やテレメータ信号等を伝送。	○ (単信)	○ (複信対応)	○ (単信)	○ (単信)
8	その他	音声+付随データ	音声と同時にデータを伝送。	×	○ (高速)	○ (中速)	○ (低速)

2 統制機能ほか

項番	機能	機能種別	内 容	技術的な観点から見た実現性			
				アナログ (現行)	16QAM (現行)	QPSK (方式1)	4値FSK (方式2)
1	統制/緊急	一括/緊急一括放送	親局からすべての子局に対して最大音量で放送する機能。	○	○	○	○
2		J-ALERT連動	J-ALERT受信装置と連動して自動放送を行う機能。	○	○	○	○※1
3		通信統制	親局と子局間の通信を必要に応じて発着信規制、通信時間制限等により、統括・規制する。	○	○	○	○
4		緊急連絡通話	屋外子局(アンサーバック付き)から親局に緊急の連絡を行いたい旨を通知する(親局が一斉通報中の場合でも通知・連絡が可能)。	×	○	×	×
5	セキュリティ	秘話性/不正防止	通信内容の秘匿化(秘話、暗号化)や不正使用を防止する機能。	対策に制約あり	○	○	○

注 ※1) 4値FSK (7.5kHz) では、受信機にサイレンやミュージックチャイム等の音源を内蔵(蓄積)し、親局側の操作で再生する。

【凡例】 “○” : 可能、“×” : 不可

蓄積音源方式とJ-ALERT連動機能

○ 課題

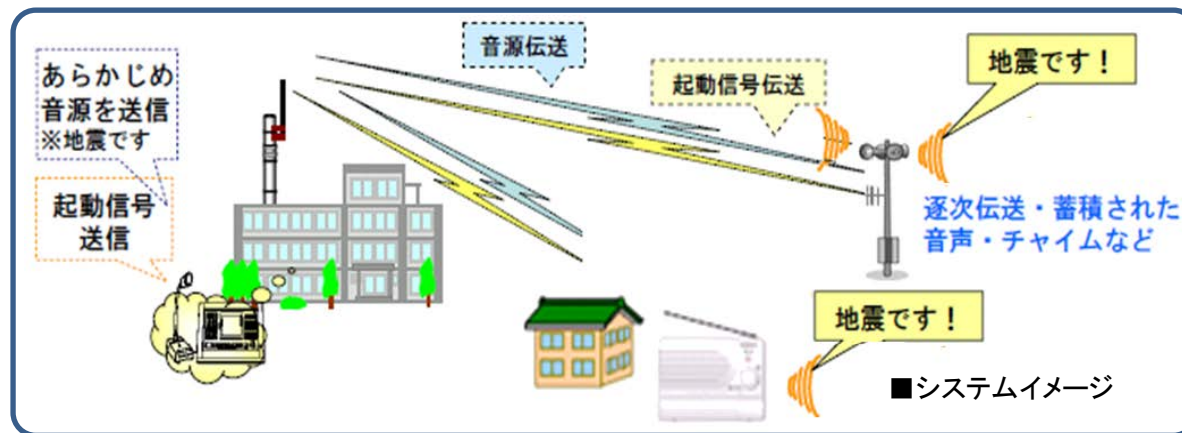
蓄積音源方式では、自動接続機能等(即時性)の対応においてJ-ALERT受信装置より、

① 識別情報等受け取る仕組みの作り込みが必要

② 蓄積データのアップデート方法

- ・低ビットレートでの大容量データの送付
- ・上り回線がない場合のアップデートのエラー対応

すでに整備済みの機器との互換性維持が難しく、当面の実用化は難しい



③ 通報メッセージの記憶領域の確保

国民保護関係情報、緊急地震速報等約60件のメッセージを実装。試算の結果、のべ約140分の再生時間に対し、1Gバイト以内のメモリにより格納可能。書き換え型メモリーの経費については、材料費ベースで軽微な範囲と考えられる。

再生品質に注目したさらなる選択肢の実現可能性

- 検討対象とした4値FSK(7.5kHz)では、伝送ビットレート(～4.8kbps)が低く、音声符号化方式の選択に制限がある。また、4値FSKでの採用が多いAMBE系コーデックは、サイレンやミュージックチャイム等の音源の実時間伝送時の再生品質に課題がある。

➤4値FSK検討方式を拡張(7.5kHz(4.8kbps)→15kHz(9.6kbps))

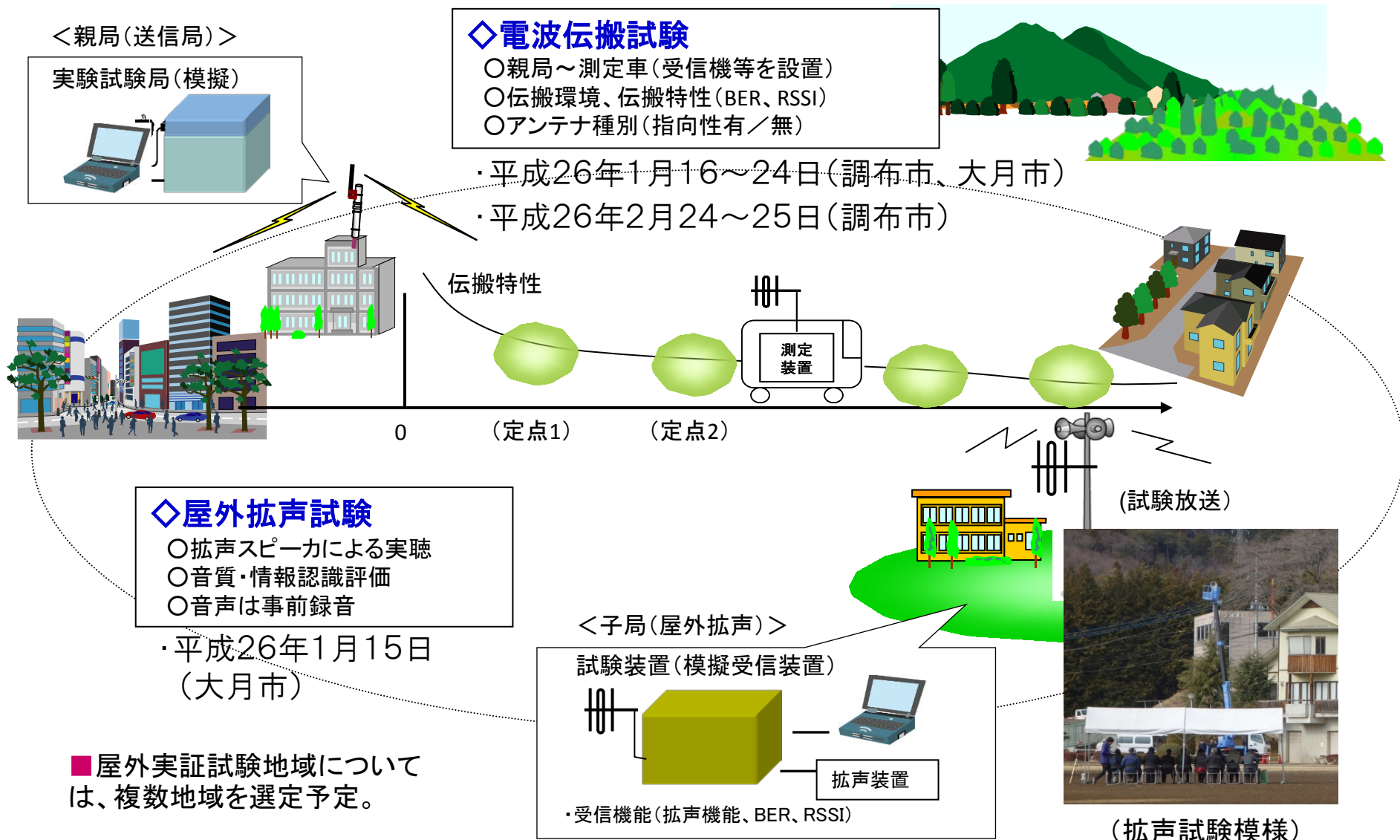
- 国際標準化されている音声符号化方式の中で、伝送速度9.6kbps以下の低速の符号化速度(ソースレート:約6kbps程度(5.25～6.3)※)をサポートしているものは、AMR-WB+(5.2～36kbps(モノラル))が該当。

	S方式(現行方式)	AMR-WB (3GPP)	AMR-WB+
標準(ITU-T)	G.722.1相当	G.722.2	—
標準(ARIB)	STD-T86	STD-T63 26.190/194/171	STD-T63 26.290/304/273
符号化速度	16kbps	6.6～23.85kbps(9種類)	5.2～36kbps(モノラル、可変)
音声帯域	50～7,000Hz	50～7,000Hz	50～7,000Hz(最大19,200Hz)

注釈 ※) フレーム構造(誤り訂正符号を含む)を考慮したソースレートの試算値(想定)

➤検討音声符号化方式にAMR-WB+(ソースレート～6.3kbps)を検討対象に追加

実証試験の実施（平成26年1～3月）



■屋外実証試験地域については、複数地域を選定予定。

屋外拡声試験(音声符号化方式に係る試験)

新たな通信方式に対応する音声符号化方式の検討を実施。無線回線における伝送速度(現行45kbps→新たな方式 4.8kbps~22.5kbps)に対応可能性に関して試験を実施。

➤ 検証する音声符号化方式: AMBE+2(2.45kbps)、AMR-WB+(6kbps、10kbps)

○ 共通の原音を使用して、各方式ごとの再生音を検証。

◇ 放送内容は、男性・女性の読み上げ音声、サイレン、ミュージックチャイム、防災行政情報、Jアラート等の内容を考慮したものを使用。

◇ 所定の条件 デジタル方式: BER=1×10⁻⁴、アナログ方式: S/N=30dB

○ 拡声器(スピーカー)を仮設し、試験放送を実施。市役所職員等による実聴評価。

◇ 評価内容

音声品質評価(品質、雑音の影響度)

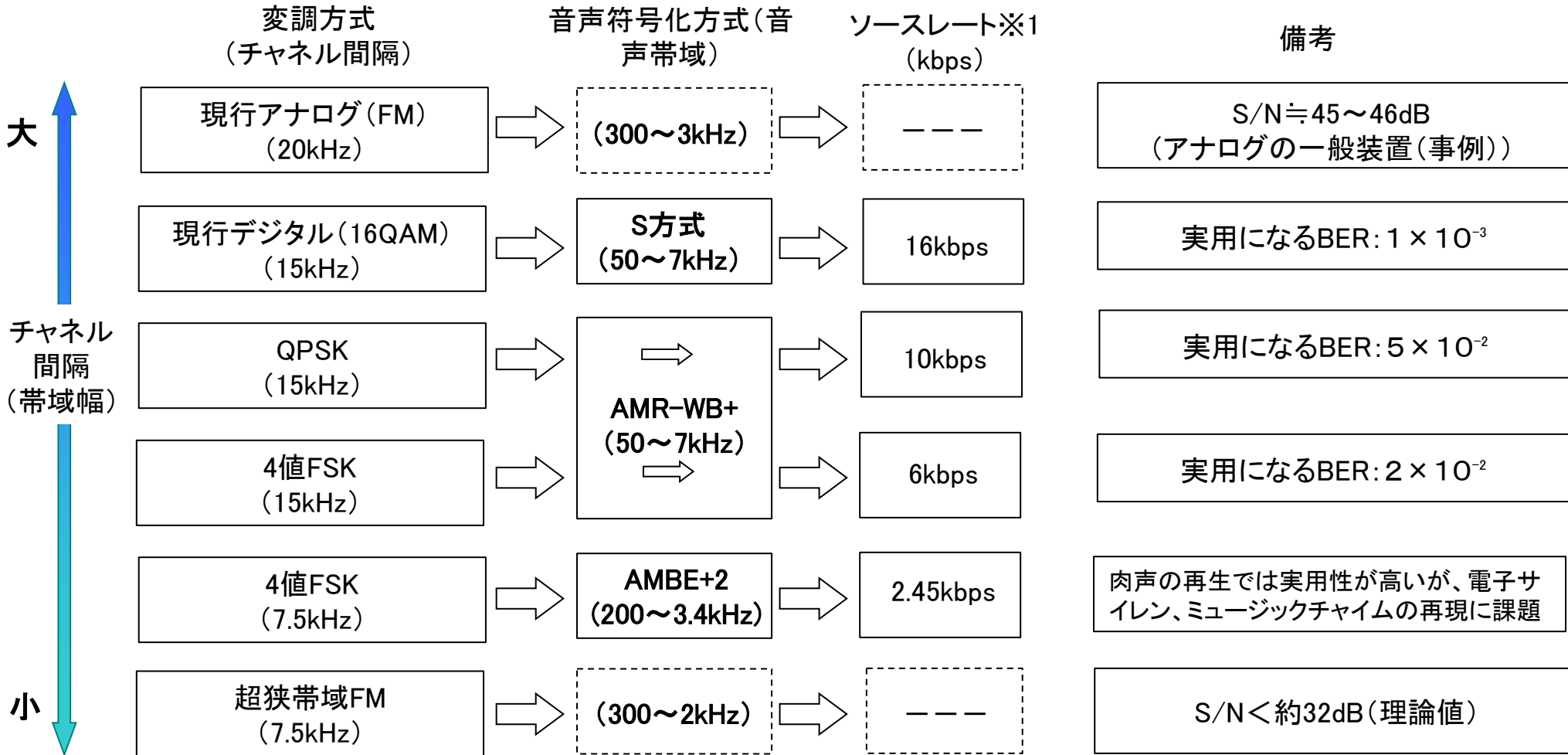
情報認識評価(聞く努力、単語の理解度、言葉の明瞭度)

◇ 5段階評価

(5段階評価の内容)

音質評価		情報認知評価		
品質	雑音の影響度	聞く努力	単語の理解度	言葉の明瞭度
5 非常に良い	5 雑音なし	5 聞く努力不要	5 全く問題なし	5 非常に明瞭
4 良い	4 雑音あるが、影響なし	4 ほとんど努力不要	4 ほとんど問題なし	4 十分に明瞭
3 普通	3 雑音の影響あり	3 若干の努力が必要	3 時々理解できない	3 やや明瞭
2 悪い	2 雑音が邪魔	2 努力が必要	2 しばしば理解できない	2 あまり明瞭ではない
1 非常に悪い	1 雑音が非常に邪魔	1 努力したが聞き取れない	1 全く理解できない	1 悪い

試験音声符号化方式について



※1)ソースレート: 圧縮音声の情報伝送レート(誤り訂正(FEC)を除く)

試験実施の概要

1 日時 :平成26年1月15日(水) 13時~15時

2 試験場所 :山梨県大月市 総合グランド・陸上競技場

3 実施内容

(1) 評価者 30名(自治体職員、研究者(日本音響学会所属)、メーカー関係者)

(2) 試験放送内容

アナウンス(男性)、アナウンス(女性)、サイレン、ミュージックチャイム、行政放送(女性)、Jアラート音源(チャイム+合成音声及びサイレン+合成音声)

(3) 評価内容

音質評価(品質、雑音の影響)及び情報認識評価(聞く努力、単語の理解度、言葉の明瞭度)を5段階評価

4 実施環境

(1) 気象情報: 天候:曇り、気温:6℃/湿度31%

(2) 音圧レベル(騒音計にて男性試験放送の有音区間におけるピークレベルを計測)

・200m点:約60dB*、100m点:約66dB(65~70)

・暗騒音:30~40dB

※ 公共空間における音声提示レベルを定めた
国際規格(ISO24504):最低レベル60dB

(3) 風速等 平均風速:2.0m(標準偏差:1.1)、平均風向:南東から2.4° 南より(標準偏差:46.0)

試験放送の内容

	項目	内容	時間
1	男性アナウンス	「ただいまから、デジタル同報無線の、試験放送を、始めます。」 「本日は、晴天なり、」×3回、「ただいま、試験中、」×3回、 「これで、試験放送を、終わります。」	約1分
2	女性アナウンス		約1分
3	電子サイレン	(吹鳴5秒+無音6秒)×3回	約30秒
4	ミュージックチャイム	夕焼け小焼け	約1分
5	行政放送(模擬) (女性アナウンス)	「ただいまから試験放送を行います。」 「本日、1月15日、午後1時から、陸上競技場におきまして、防災行政無線の音響試験を開催しております。スピーカーからサイレンなどの試験放送が流れますので、ご理解とご協力をよろしくお願いいたします。」 「これで試験放送を終わります。」	約1分 (女性)
6	J-ALERT1(模擬) 〈チャイム+合成音声〉	「これは試験放送です。」×2回 〈Jアラート放送(模擬)〉 上り4音チャイム 「当地域に、」+「高潮、」+「警報がでました。今後の気象情報に注意してください。」 +「これで訓練放送を終わります。」	約30秒 (男性)
7	J-ALERT2(模擬) 〈サイレン+合成音声〉	「これは試験放送です。」×2回 〈Jアラート放送(模擬)〉 消防サイレン(10秒吹鳴2秒休止)×2回 「津波注意報が発表されました。海岸付近の方は注意して下さい。」 +「これで訓練放送を終わります。」	約1分 (男性)

結果の概要①

各音源ごとに、総合評価値(全評価者(100m地点及び200m地点)対する全評価項目の全体平均)と、現行アナログ方式を基準(ゼロ)としたときの差分について、以下に示す。

(備考)図の結果は、評価点を便宜上、直線で結ぶ表示とした。

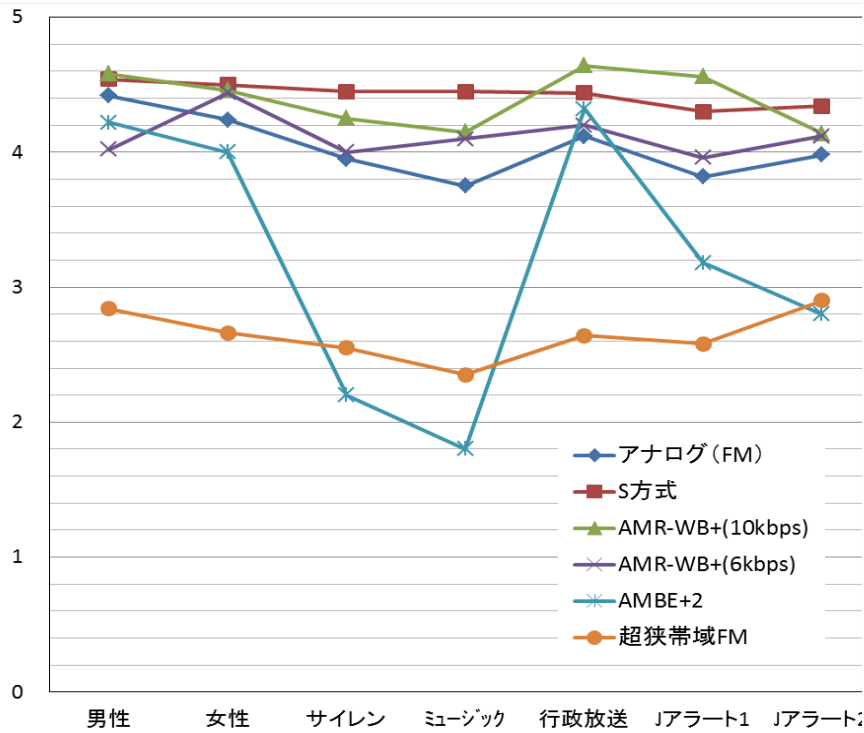


図1 総合評価(音源ごとの全体平均)

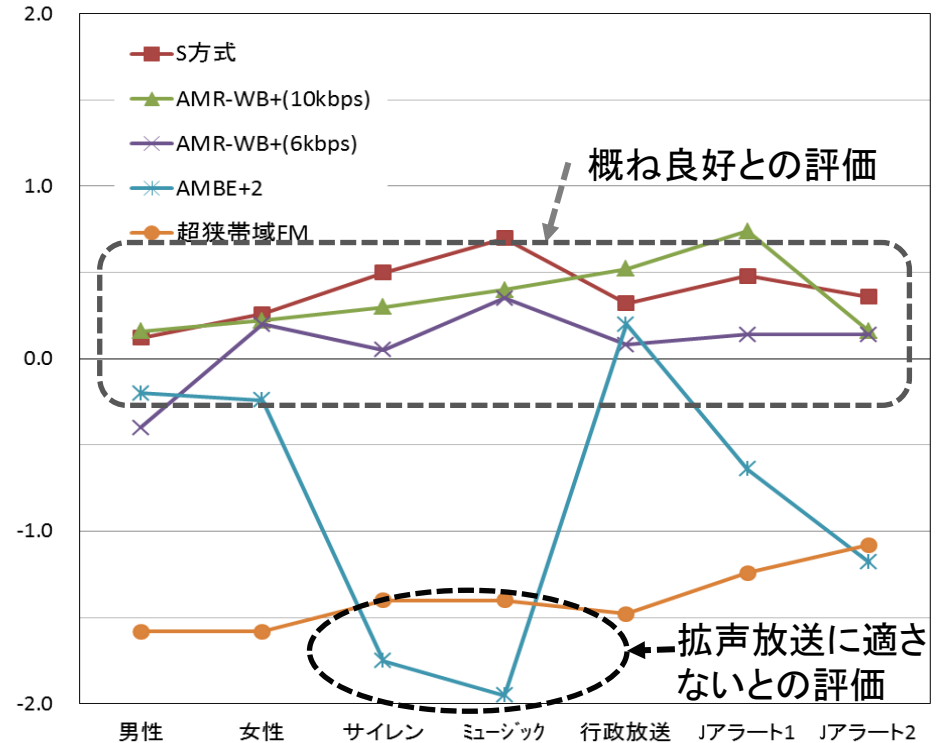


図2 総合評価(アナログとの差分)

結果の概略②

1 方式による音質について

	方式	考 察	判定
1	S方式 (現行方式)	・評価内容のいずれも総合評価4以上、アナログ方式に対比して優位(平均:+0.4)となっており、ほぼ従来通りの結果値であると想定される。	◎
2	AMR-WB+ (10kbps)	・評価内容のいずれも総合評価4以上(アナログ方式に対比して優位(平均:+0.4)となっており、拡声通報用としては使用可能と想定される。	◎
3	AMR-WB+ (6kbps)	・評価内容のいずれも総合評価4以上、アナログ方式に対比して同等(平均:+0.1)となっており、拡声通報用としては使用可能と想定される。	○
4	AMBE+2	・アナウンスに関しては、総合評価4以上、アナログ方式に対比して同程度(平均:-0.1)となっており、拡声通報用としては使用可能と想定される。 ・サイレン、ミュージックチャイム、Jアラートについては、音質劣化が認められるため、サイレン・ミュージック関係の音源蓄積方式の採用(併用)等、対策が必要と想定される。	△
5	超狭帯域 FM	・評価内容のいずれも総合評価3未満、アナログ方式に対比して劣る(平均:-1.4)となっており、拡声通報用としては適さないと想定される。	×

凡例：◎：優位(アナログより良好)、○：普通～やや優位(アナログ方式と同程度)、△：一部音源で拡声放送に適さない、×：拡声放送に適さない

2 距離による音質について

距離減衰(100m地点に対する200m地点の差)については、平均で-0.2~-0.4程度の結果であった(アナログ方式:平均-0.2、S方式:平均-0.4、AMR-WB+(10kbps):平均 -0.4、AMR-WB+(6kbps):平均-0.3、 AMBE+:平均-0.4、超狭帯域FM:平均-0.4)。距離の違いによる有意な違いはないものと想定される。

拡声試験結果を踏まえた低廉化に向けた更なる検討

- 1 屋外拡声試験の結果、AMR-WB+方式が、ソースレート6kbpsにおいて、アナログ方式と同程度の拡声品質の確保が可能と判定。

方式	考 察	判定
AMR-WB+ (6kbps)	・評価内容のいずれも総合評価4以上、アナログ方式に対比して同等(平均:+0.1)となっており、拡声通報用としては使用可能と想定される。	○ (アナログ方式と同程度)

- 2 ソースレート6kbpsを前提とすることが可能な場合、現行検討方式のうち、QPSK方式については、より狭帯域な伝送路諸元(チャンネル間隔:15kHz→7.5kHz)により実装が可能。

- ・QPSK(15kHz)に対し、所要受信入力電圧の更なる改善(3dB)効果
- ・QPSK(15kHz)に対し、周波数有効利用効率2倍を確保可能



- QPSK検討方式を拡張(15kHz(22.5kbps)→7.5kHz(11.25kbps))

実証試験における検討方式

検討方式の検証及び拡声声試験の結果を踏まえ、以下の方式を対象として実証試験等を行うこととした。

	16QAM (現行方式)	QPSK (検討方式)	4値FSK (検討方式)	QPSK (検討方式)	4値FSK (検討方式)
チャンネル間隔	15kHz	15kHz	15kHz	7.5kHz	7.5kHz
アクセス方式 ()チャンネル数	TDD(TDM/TDMA) (6)	SCPC (1)	SCPC (1)	SCPC (1)	SCPC (1)
通信方式	単信、複信、半複信 同報	単信、同報	単信、同報	単信、同報	単信、同報
伝送速度 (シンボル速度)	45kbps (11.25kシンボル/sec)	22.5kbps (11.25kシンボル/sec)	9.6kbps (4.8kbpsシンボル/sec)	11.25kbps (5.625kシンボル/sec)	4.8kbps (2.4kシンボル/sec)
基本フレーム長	80ms(6スロット構成)	40ms	80ms	80ms	80ms
符号化速度	25.6kbps(通報)	16kbps	8.8kbps	9.6kbps	3.6kbps
帯域制限	送信・受信:RRC ($\alpha=0.2$)	送信・受信:RRC ($\alpha=0.2$)	送信・受信:RRC ($\alpha=0.2$)	送信・受信:RRC ($\alpha=0.2$)	送信・受信:RRC ※1 ($\alpha=0.2$)
変調パラメータ (周波数偏位)			800Hz(fm) 2,400Hz(fm×3)		400Hz(fm) ※2 1,200Hz(fm×3)
音声符号化方式 (コーデック)	S方式(通報) 〔音声符号:16kbps〕 〔誤り訂正:9.6kbps〕	AMR-WB+方式 〔音声符号:10kbps〕 〔誤り訂正:6.0kbps〕	AMR-WB+方式 〔音声符号:6kbps〕 〔誤り訂正:2.8kbps〕	AMR-WB+方式 〔音声符号:6kbps〕 〔誤り訂正:3.6kbps〕	AMBE+2方式 〔音声符号:2.45kbps〕 〔誤り訂正:1.15kbps〕
誤り訂正符号	畳込符号 (符号化率:約1/2)	ターボ符号 (符号化率:5/8)	ターボ符号 (符号化率:3/4)	ターボ符号 (符号化率:5/8)	ゴレイ符号 (符号化率:約1/2)

注:※1、※2)チャンネル間隔(7.5kHz)に最適化した条件。(略語)RRC:ルトロールオフ特性(ロールオフ率 α)

(参考) 作業班及びアドホックにおける審議経過

平成25年6月18日 作業班第1回会合

- ・業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件の審議開始の報告
- ・調査の進め方を確認

平成25年8月27日 作業班第2回会合

- ・60MHz帯デジタル同報系防災行政無線の低廉化に係る提案募集の結果を報告。詳細の検討をアドホックに依頼

平成25年12月18日 作業班第6回会合

- ・検討スケジュールの変更を報告(検討期間の変更)

平成25年9月19日 アドホック第1回会合

- ・60MHz帯デジタル同報系防災行政無線の低廉化に係る提案募集の結果を報告
- ・総務省における平成25年度技術試験の実施の概要を報告
- ・新たな方式の導入と同報無線システムの機能概略のまとめ

平成25年12月13日 アドホック第2回会合

- ・提案募集の結果の取り扱いについて「審議の対象として加えるべきとの意見はなく、参考とする」と確認。
- ・新たな方式に係る実証試験の概要(その他検討すべき事項として、Jアラート連動機能等を考慮した検討方式の追加(4値FSK方式(15kHz)))

平成26年2月20日 アドホック第3回会合

- ・実証試験の状況報告(拡声音声試験の結果)
- ・拡声音声試験の結果を踏まえた検討方式の追加(QPSK方式(7.5kHz))

平成26年3月24日 アドホック第4回会合

- ・実証試験の状況報告(電波伝搬試験等の結果)
- ・電波伝搬試験の結果を受けた所要受信入力電圧の検討

(参考)60MHz帯デジタル同報系防災行政無線の低廉化

1. 概要

業務用陸上無線システム作業班第1回 業陸班1-1(抜粋)

同報系防災行政無線は、避難場所、防災拠点や各家庭に音声の防災行政情報を伝える重要な手段となっている。さらに、双方向通信、データ通信等を可能とし、画像による災害情報の収集、避難場所等との情報交換、文字表示板による防災行政情報の周知などにも活用するため、多様なニーズに対応可能なTDMA方式※デジタル同報系防災行政無線が導入されている。

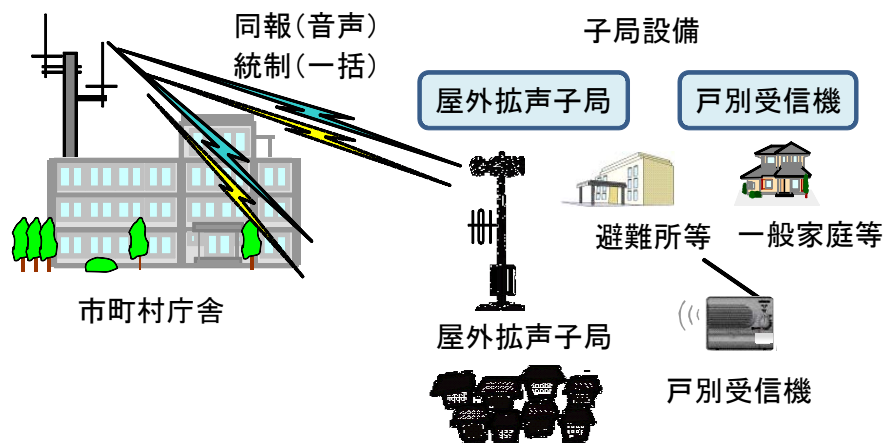
今般、地方公共団体からは、同報系防災行政無線の整備のために低廉な通信方式の追加の要望が高まっている。このため、60MHz帯デジタル同報系防災行政無線システムについて、新たな方式を導入するための技術的条件を検討する。

※ TDMA (Time Division Multiple Access) 方式: 1つの周波数を短時間で分割し、複数の発信者で共有する方式。

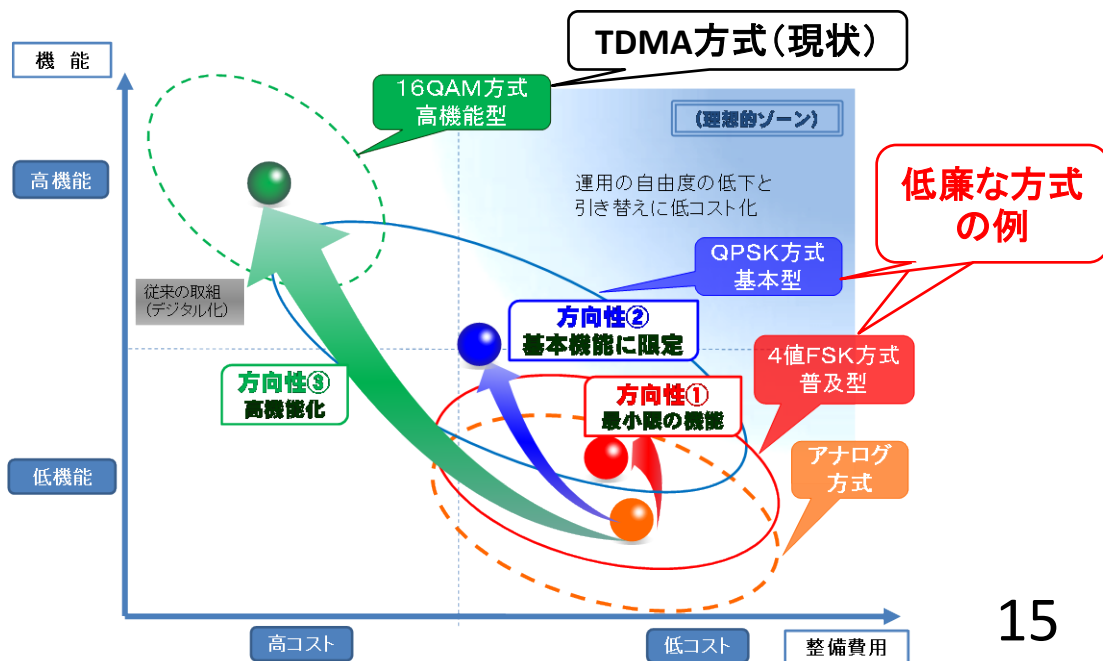
2. 具体的な検討内容

- ① 低廉なデジタル同報系防災行政無線の基本仕様
- ② 低廉なデジタル同報系防災行政無線の無線設備の技術的条件
- ③ 60MHz帯同報系防災行政無線の周波数共用条件 等

3. 低廉なデジタル同報系防災行政無線の概要



同報系防災行政無線のイメージ図



調査検討の検討状況

業務用陸上無線システム作業班第1回 参考2(抜粋)

新たなデジタル同報系防災行政無線の通信方式

変調方式 項目	16QAM (現行方式)	QPSK	4値FSK
チャンネル間隔	15kHz	15kHz	7.5kHz
アクセス方式	TDM/TDMA	SCPC	SCPC
通信方式	単信、複信 半複信、同報	単信 同報	単信 同報
伝送速度	45kbps	22.5kbps	4.8kbps

検討方式

★ 整備コスト低減化の方針 ★

- 工事費用が高額である屋外アンテナ設置数を減少させることで、全体的な整備コストの低減を図る



- 所要受信入力電圧を改善することで、戸別受信機の屋外アンテナの設置数を減少

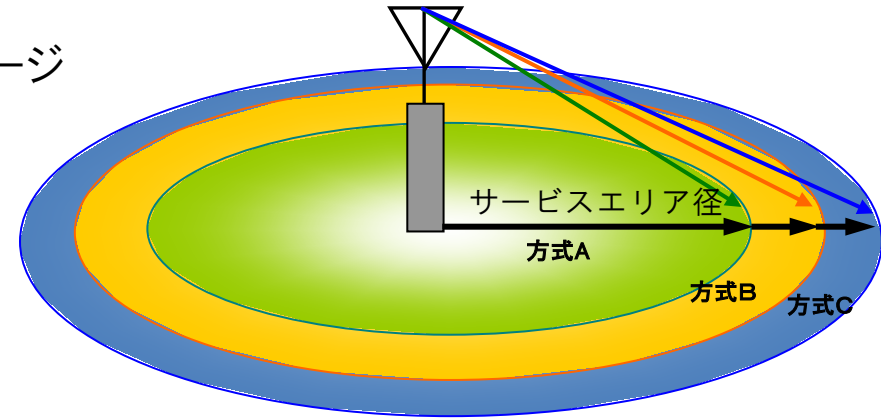
所要受信入力電圧の低減

変調方式 項目	16QAM (現行方式)	QPSK	4値FSK
所要受信入力電圧 (): 現行方式に対する改善	21.9dB μ V	13.2dB μ V (-8.7dB)	11.5dB μ V (-10.4dB)

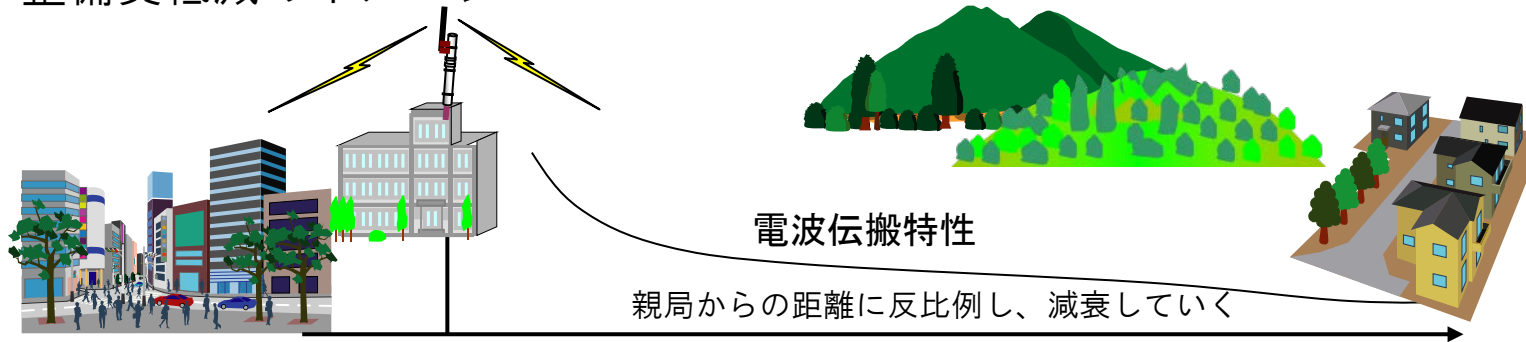
(参考)低廉化への取組手法

◇ 今回の技術試験における受信エリアのイメージ

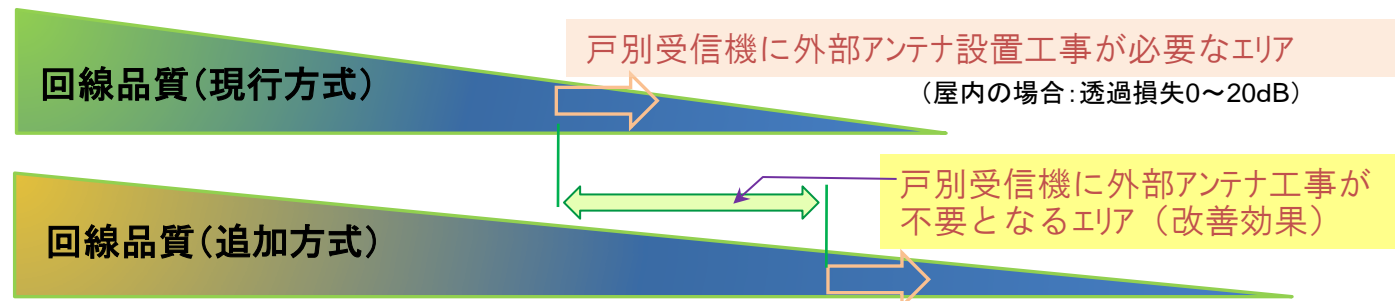
- 現行方式(16QAM)よりも、QPSK方式、4値FSK方式では、受信エリアが広くとることができる。結果、戸別受信機受信端での受信電界強度に余裕が生まれる。



◇ 整備費低減のイメージ



- 受信電界強度に余裕が生まれる結果、戸別受信機の外部アンテナ不要箇所を広げることができ、受信宅での取付工事や調整業務を削減可能。

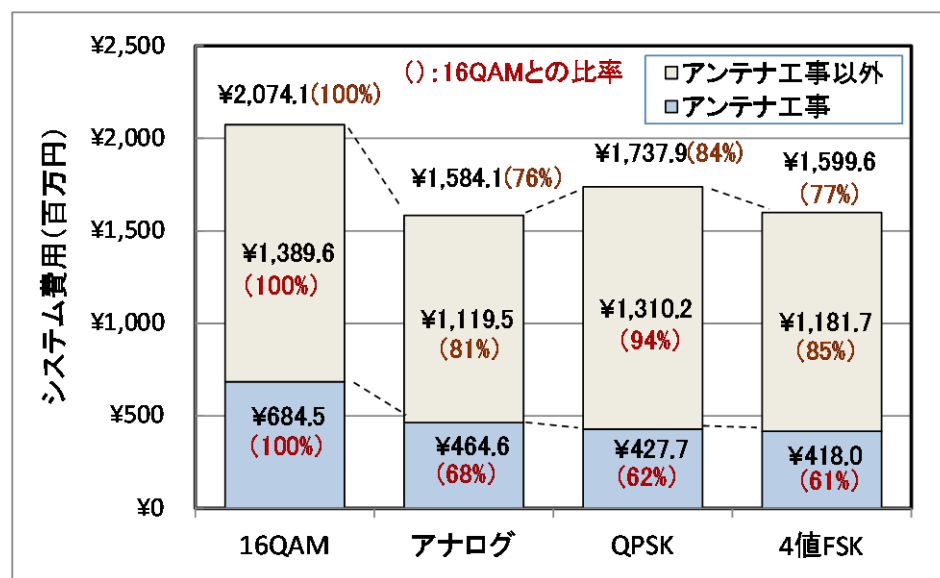
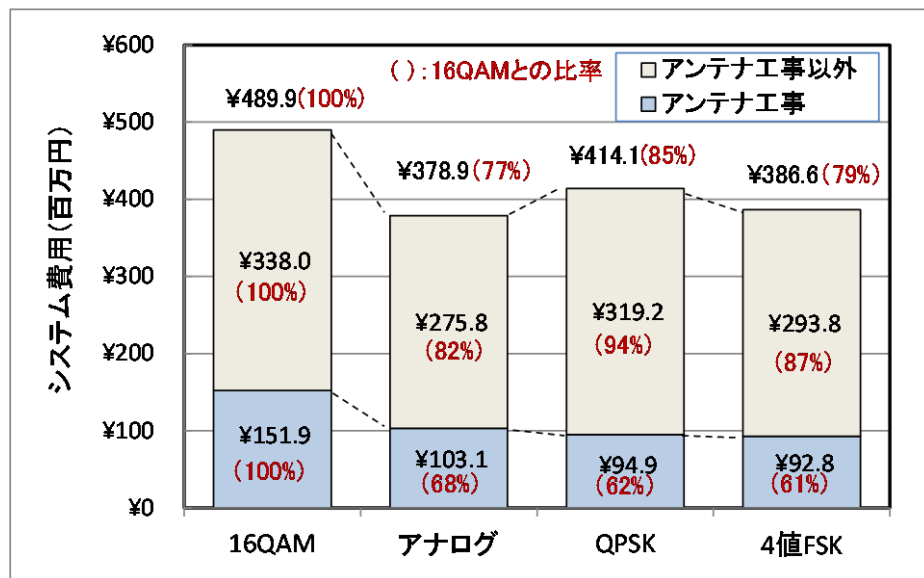


(参考)導入コスト低減の試算(平成24年度請負調査試算)

総務省が委託して行った調査検討事業(平成24年度)において、製造メーカー関係員を対象として概算コストのアンケート調査を実施し、それぞれの想定モデルについて、システム価格を試算。

➤ 現行デジタル方式に対して約20%低減可能な費用(4値FSK方式の場合)を試算

◇ 戸別受信機主体のシステム費用(左:町村モデル、右:市モデル)



	自治体モデル	人口(全国平均)	世帯数(全国平均)	面積(全国平均)
1	町村	12,647人	4,548戸	167km ²
2	市	105,336人	40,992戸	266km ²