

V-Low帯域の防災利用に関するワーキンググループ報告 (案)

令和3年12月1日

事務局

はじめに	P 2
防災利用WGについて	P 3
防災利用WGにおける検討事項及び観点	P 4
I . FM防災情報システム	P 5
I - 1 . 既存防災情報システムの中での位置付け	P 5
I - 2 . 利用形態	P 9
I - 3 . 機能要件	P11
I - 4 . 技術的な検討結果及び導入に向けた今後の課題	P15
II . FM路側通信システム	P34
(参考) V-Low帯域の防災利用に関するワーキンググループ 開催要綱	P35

別冊 自治体アンケート調査結果

V-Low帯域（95MHz～108MHz）の利活用方策については、「放送を巡る諸課題に関する検討会 放送用周波数の活用方策に関する検討分科会（以下、「分科会」という。）」において、本年5月に基本方針に係る取りまとめが行われた。

当該取りまとめにおいては、近年増加する災害への対応として、コロナ禍の影響等から避難形態が多様化し、車両避難者や大雪による滞留車両等への迅速な情報伝達手段の確保が課題となっていることを背景に、自治体等からの活用方策の提案を踏まえ、V-Low帯域の一部周波数をFM防災情報システムやFM路側通信システムによる防災関連情報の提供を目的として利用することについて検討することが適切とされた。

検討にあたっては、自治体におけるニーズの詳細な調査に加え、防災行政無線等の既存防災システムの中での位置付けや、災害時だけでなく平時の運用形態等について明らかにした上で、利用形態や機能要件について、防災関係機関や自治体、送受信機メーカー等による専門的な検討を行う必要があるため、分科会にワーキンググループを設置すること等により、引き続き検討を深めることが必要とされた。

これらを踏まえ、本年6月、分科会の下に設置されたV-Low帯域の防災利用に関するワーキンググループ（以下、「防災利用WG」という。）において、所要の検討を進めてきた。本報告は防災利用WGにおける議論を整理し、今後の方向性について取りまとめたものである。

防災利用WGについて

- V-Low帯域の一部を防災関連情報の提供を目的として利用することについて検討を行うため、学識経験者、防災関係機関、自治体、送受信機メーカー等で構成する防災利用WGを開催。
- FM防災情報システムについては、アドホックグループを設置して専門的な検討を実施。

■ 構成員

【防災利用WG 構成員】

	氏名	所属・役職
主査	伊東 晋	東京理科大学 理工学部 嘱託教授
	岩田 昭光	株式会社NHKテクノロジーズ ファシリティ技術本部 送受信センター 公共システム部 専任部長
	大野 秀樹	東芝インフラシステムズ株式会社 放送・ネットワークシステム部 フェロー
	小澤 光興	長野県塩尻市 企画政策部 参事 兼 最高デジタル責任者 (CDO)
	唐木 太一	日本無線株式会社 新技術推進部 担当課長
	近藤 広幸	株式会社サムウェイ 技術部 技術二課
	椎木 裕文	日本電気株式会社 第一都市インフラソリューション事業部 マネージャー
	鈴木 陽一	東北文化学園大学 工学部 教授
	関根 かをり	明治大学 理工学部 教授
	高田 潤一	東京工業大学 副学長 (国際連携担当)・環境・社会理工学院 教授
	竹本 吉利	総務省消防庁 国民保護・防災部防災課防災情報室 課長補佐
	田村 幸一	一般社団法人電子情報技術産業協会 (JEITA) カーエレクトロニクス事業委員会委員長
	豊嶋 茂一	宮城県多賀城市 市長公室 ICT推進室 副主幹
	中村 淳一	国土交通省 大臣官房技術調査課電気通信室 企画専門官
	三橋 伸之	一般社団法人日本自動車工業会 (JAMA) 安全・環境領域 3部
	峰吉 俊幸	日本通信機株式会社 技術部 主管部長
	宮下 敦	株式会社日立国際電気 グローバル事業推進部 シニアチーフエンジニア
オブザーバー	平山 貴代	電波産業会 (ARIB) 防災行政無線システム作業班 主任

【防災利用WG アドホックグループ 構成員】

	氏名	所属・役職
主査	平山 貴代	パナソニック株式会社 コネクティッドソリューションズ社 イノベーションセンター 共創技術戦略部 開発推進課 主事
主査代理	加藤 数衛	株式会社日立国際電気 ソリューション本部 技術総括
	相沢 素也	東芝インフラシステムズ株式会社 府中事業所 放送・ネットワークシステム部 通信システム機器設計第一担当
	池田 正	三菱電機株式会社 コミュニケーション・ネットワーク製作所 無線通信システム部 専任
	犬飼 修	沖電気工業株式会社 ソリューションシステム事業本部 社会インフラソリューション事業本部 地域ソリューション第一部 防災システム 担当部長
	岩田 昭光	株式会社NHKテクノロジーズ ファシリティ技術本部 送受信センター 公共システム部 専任部長
	白井 洋介	株式会社富士通ゼネラル 情報通信システム事業部 防災システム部 マネージャー
	大野 秀樹	東芝インフラシステムズ株式会社 放送・ネットワークシステム部 フェロー
	唐木 太一	日本無線株式会社 新技術推進部 担当課長
	近藤 広幸	株式会社サムウェイ 技術部 技術二課
	椎木 裕文	日本電気株式会社 第一都市インフラソリューション事業部 マネージャー
	藤原 敬志	日本無線株式会社 無線インフラ技術部 同報無線システムグループ 課長
	峰吉 俊幸	日本通信機株式会社 技術部 主管部長
	宮下 敦	株式会社日立国際電気 グローバル事業推進部 シニアチーフエンジニア

■ 開催状況

- ◆ 第1回防災利用WG 令和3年6月10日
- ◆ 第2回防災利用WG 令和3年7月28日
 - 第1回アドホックグループ会合 令和3年8月 5日
 - 第2回アドホックグループ会合 令和3年8月26日
 - 第3回アドホックグループ会合 令和3年9月16日
 - 第4回アドホックグループ会合 令和3年9月29日
- ◆ 第3回防災利用WG 令和3年10月 6日
 - 第5回アドホックグループ会合 令和3年10月 8日
 - 第6回アドホックグループ会合 令和3年10月21日
- ◆ 第4回防災利用WG 令和3年10月27日
- ◆ 第5回防災利用WG 令和3年12月 1日

■ 防災利用WGにおける主な検討事項

I. FM防災情報システムの主な検討事項

1. 既存防災情報システムの中での位置付け
2. 利用形態
3. 機能要件
4. 技術的な検討結果及び導入に向けた今後の課題

II. FM路側通信システムの主な検討事項

1. 利用形態や機能要件
2. 導入に向けた課題 等

自治体における防災関連情報提供時の課題

自治体等からの活用方策の提案

- 車両避難者や通過車両等への情報伝達手段の確保
- 市販のFMラジオ受信機を活用した情報伝達手段の実現

既存の路側通信の課題

国土交通省からの活用方策の提案

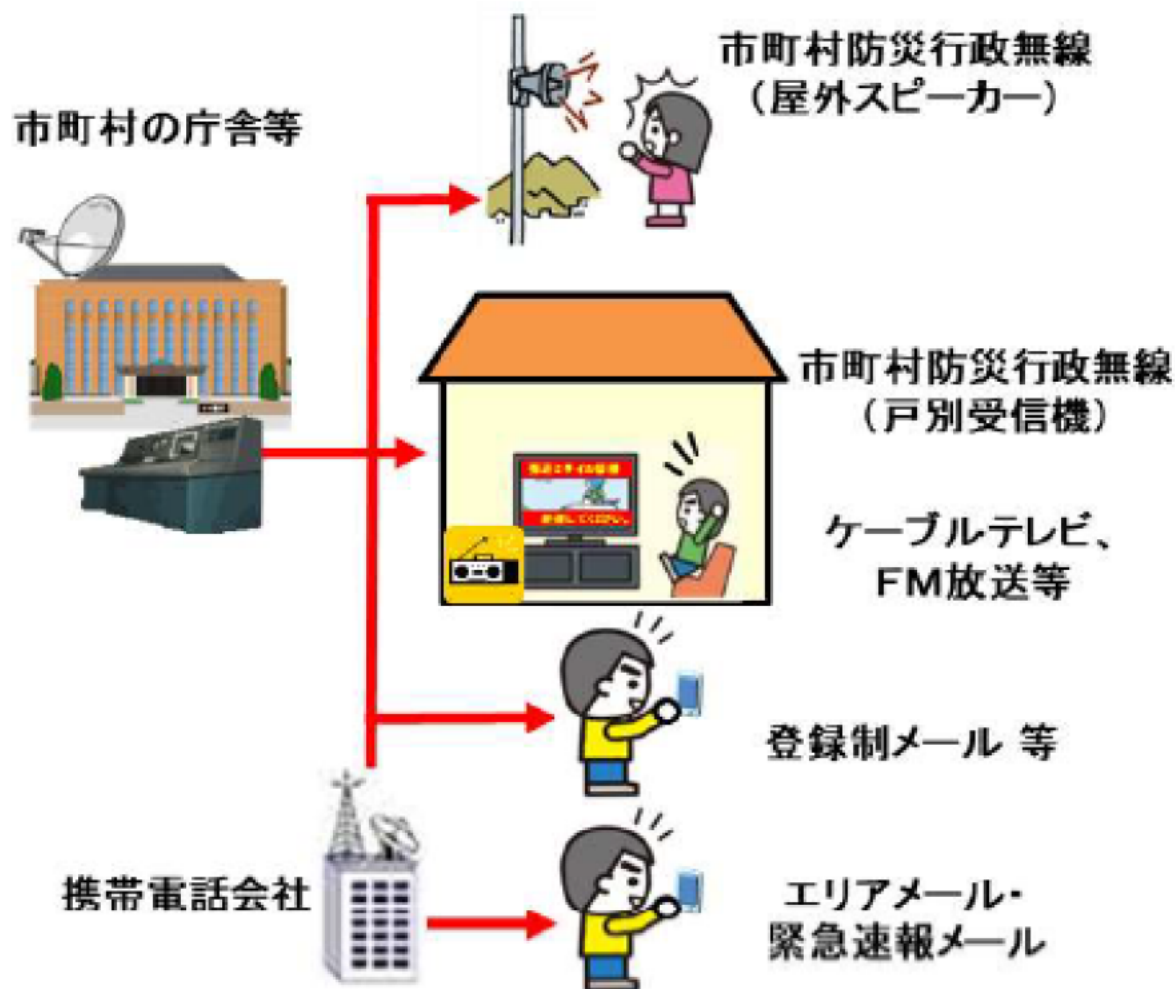
- AM放送の聴取者の減少も想定した、大雪による滞留車両等への情報伝達手段の確保
- 既存のAM方式(1620kHz)のFM方式への移行
- 可搬型機器の滞留発生現場付近への持込みによる機動的な情報提供の実現

■ 検討にあたっての主な観点

- ◆ 活用方策の需要見込みやインフラ整備の見通し
- ◆ 周波数の有効利用
- ◆ 自治体におけるニーズの詳細な調査 等

■ 現状・課題

- 自治体では、災害時の情報伝達手段を多層化するため、同報系の市町村防災行政無線のほか、ケーブルテレビやコミュニティ放送、登録制メール、緊急速報メール等の多様なシステムを利用している。そのような中で、新たに検討するFM防災情報システムの位置付けの明確化が必要。



■ 検討内容

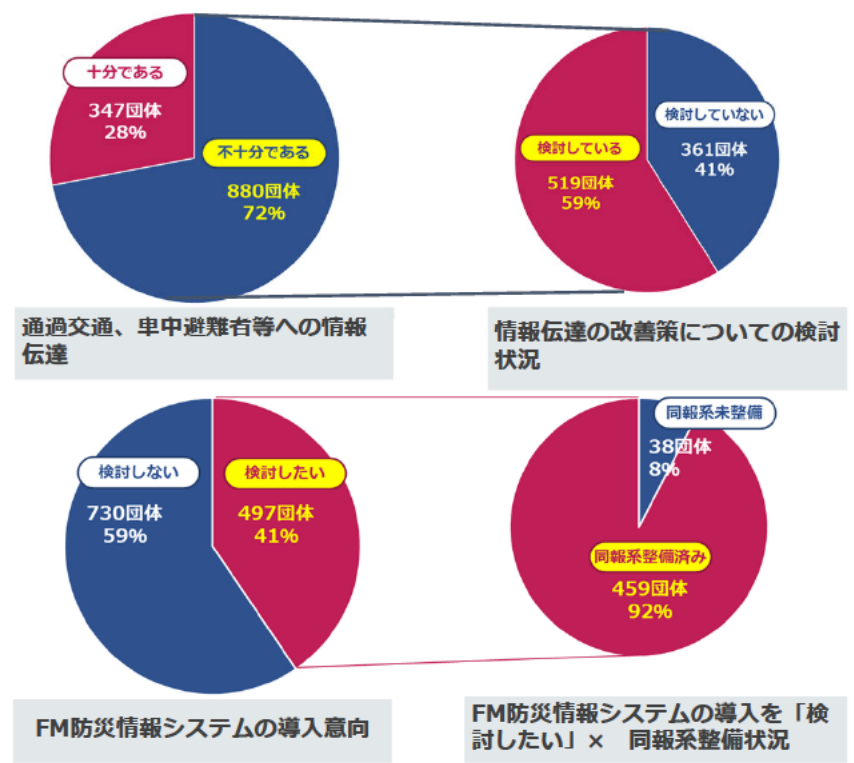
- V-Low帯域の利活用方策に関する自治体等からの提案内容や自治体へのニーズ調査結果を踏まえ、FM防災情報システムの既存防災情報システムの中での位置付けと基本コンセプトを検討。

【自治体等からの提案内容】（V-Low帯域の利活用方策に関する提案募集：令和2年12月9日～令和3年1月18日）

- FM放送方式による市販ラジオを活用した防災行政無線と連動する「FM防災情報システム」による車両避難者等への災害情報等の提供（長野県塩尻市、宮城県多賀城市、日本無線株式会社）

【自治体ニーズ調査結果（FM防災情報システムの導入意向）】

- 通過交通、車中避難者、遮音性の高い家屋等への情報伝達は不十分であると認識している自治体比率は7割以上
- 不十分であると回答した自治体のうち、改善策を検討している自治体比率は約6割
- 改善策の具体的措置は、防災行政無線に連動したサービスやシステムの拡充、戸別受信機や防災ラジオの配布、スマホ対応（登録制メール、防災アプリ、SNS等）など
- 通過交通や車中避難者への情報伝達手段として、「FM防災情報システム」の導入を検討したいと回答した自治体比率は41%
- 導入を検討したいと回答した自治体のうち、同報系を整備済みの自治体は92%



出典：総務省による自治体へのニーズ調査結果より
（令和3年6月15日～7月21日）

【災害発生からの時間経過とともに必要とする情報の変化と入手手段】

- 災害発生からの時間経過とともに必要な情報も変化し、その入手手段も利用環境等で大きく変わることから、住民への情報提供が十分伝わらない可能性のある場所と情報内容を明らかにし、その課題を整理した。

		発災前・発災時	発災後（～1ヶ月程度）	復旧期（1ヶ月～）	復興期（数ヶ月～）
		警報・注意報（緊急地震速報、津波、高潮、大雨、洪水、土砂災害等） 被害予測（地震の規模、津波到達予定時刻・高さ、潮位変化、雨量、河川の氾濫等）	被害状況、二次被害の注意喚起等		
		安否情報の確認（避難所名簿の公開、関係機関への通報等）			
		避難指示・勧告（避難場所、避難経路、避難所開設等） 道路交通情報（渋滞、破損、通行止等） 公共交通機関の運行	避難所開設情報 道路交通情報（通行止、啓開等）		避難所閉所情報
住民等が必要とする情報		命に係る情報 生活に係る情報		医療・福祉・介護（診療所開設・投薬、福祉避難所開設等） 生活支援（給水・食料配給・救援物資・ゴミ収集等） 行政支援（罹災証明、支援金、応急仮設住宅、税金減免等） 災害ボランティアの派遣情報 ライフライン（電気・ガス・水道・通信）	就労・学校・店舗等の再開
				復興計画（災害公営住宅・災害危険区域の指定、土地区画整備等）	
住民等による 情報入手手段に係る課題	屋外	防災行政無線	○	<ul style="list-style-type: none"> ・災害発生からの認識、避難行動の喚起等のための情報であり、情報伝達方法を多層化し、いずれかの方法で情報が入手できれば問題はないが、自治体からのきめ細かな情報に関しては、防災行政無線の屋外拡声子局が雨天時や屋内で聞き取りにくい等の課題がある。 ・屋内については防災行政無線の戸別受信機が配備されていない場合は自治体からの情報入手が困難。 ・被災発生からの認識、避難行動の喚起等のための情報については特に問題はないものの、車両で被災した場合は避難経路の渋滞、路面の破損、通行止等の情報を、防災行政無線の屋外拡声子局では聞き取りにくい状況。 ・避難所開設後は、自治体から住民等への情報伝達には、特に問題はないと考えられる。 ・特に、防災行政無線の戸別受信機が配備されている場合は有効。 	<ul style="list-style-type: none"> ・復興期の情報は情報量も多く、広報誌やHP等での情報提供が適している。 ・災害危険区域（住家の建築等が制限）の指定や土地区画整備（高台移転等）は住民との個別の調整が行われるため、今回の検討対象から除外して特に問題はないと考えられる。
		ラジオ	○		
		携帯電話等	○		
		臨時災害放送局	×		
	屋内	防災行政無線	△		
		テレビ・ラジオ	○		
		携帯電話等	○		
		臨時災害放送局	×		
	車内	防災行政無線	△		
		テレビ・ラジオ	△		
		携帯電話等	△		
		臨時災害放送局	×		
避難所	防災行政無線	◎			
	テレビ・ラジオ	○			
	携帯電話等	○			
	臨時災害放送局	×			
	サイネージ	◎			
	職員等	◎			

（凡例）自治体から住民への情報の伝達手段として、◎：有効、○：場合により有効、△：あまり有効でない、×：使用不可

（青枠・青字表記）FM防災情報システムにより補完し得る防災行政無線の課題

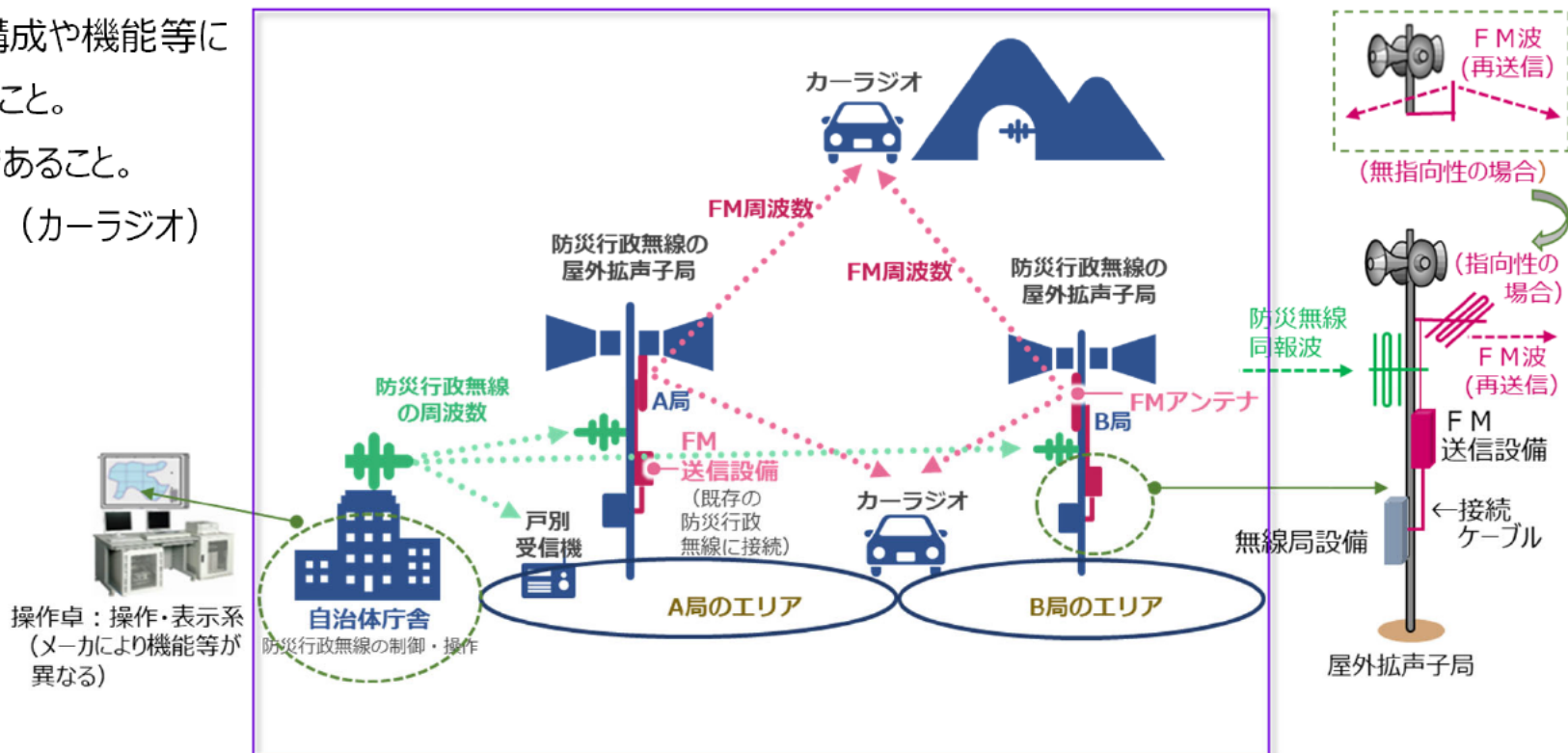
（赤字表記）自治体が住民等へ伝達する情報

■ 検討結果

● 防災行政無線屋外拡声子局からの音声が届きにくい車両避難者等への情報伝達手段の確保について、自治体による一定のニーズが見込まれることから、FM防災情報システムは防災行政無線と連動し補完する、つまり、基本的に防災行政無線を再送信するシステムとして位置付けた。

● 防災行政無線を補完するシステムとしてのFM防災情報システムの基本コンセプトは以下のとおり。

- ① 防災行政無線と連動し動作するものであること（自治体職員の手操作面での負担が増えないこと）。
- ② 防災行政無線を補完するシステムであること（防災行政無線の代替システムではない）。
- ③ 防災行政無線の機器構成や機能等に変更を及ぼすものでないこと。
- ④ 低廉で簡便なシステムであること。
- ⑤ 市販のFMラジオ受信機（カーラジオ）で受信できること。



[FM防災情報システムの基本コンセプトを実現するシステムイメージ]

■ 現状・課題

- FM防災情報システムの基本コンセプトと既存の防災行政無線の運用形態を踏まえ、FM防災情報システムの利用形態を整理した上で、その機能要件を検討することが必要。

【防災行政無線の運用形態】

- 災害発生時は、国民保護情報、避難指示、注意報警報、火災通報及び緊急通報等の重要度の高い情報を伝達。
- 平時は、防災、行政、定時チャイム、学校関連、地区長からの連絡及びおくやみ等の情報を伝達。
- 操作・情報提供主体は、自治体本庁及び支所を中心に、消防、学校、地区長のほか、農協・漁協等。
- 行政区域内において、山側、海側、河川上流・下流等の地区を選定した運用を実施。
- 防災行政無線の屋外拡声子局の標準的な音達エリアは半径400m程度。

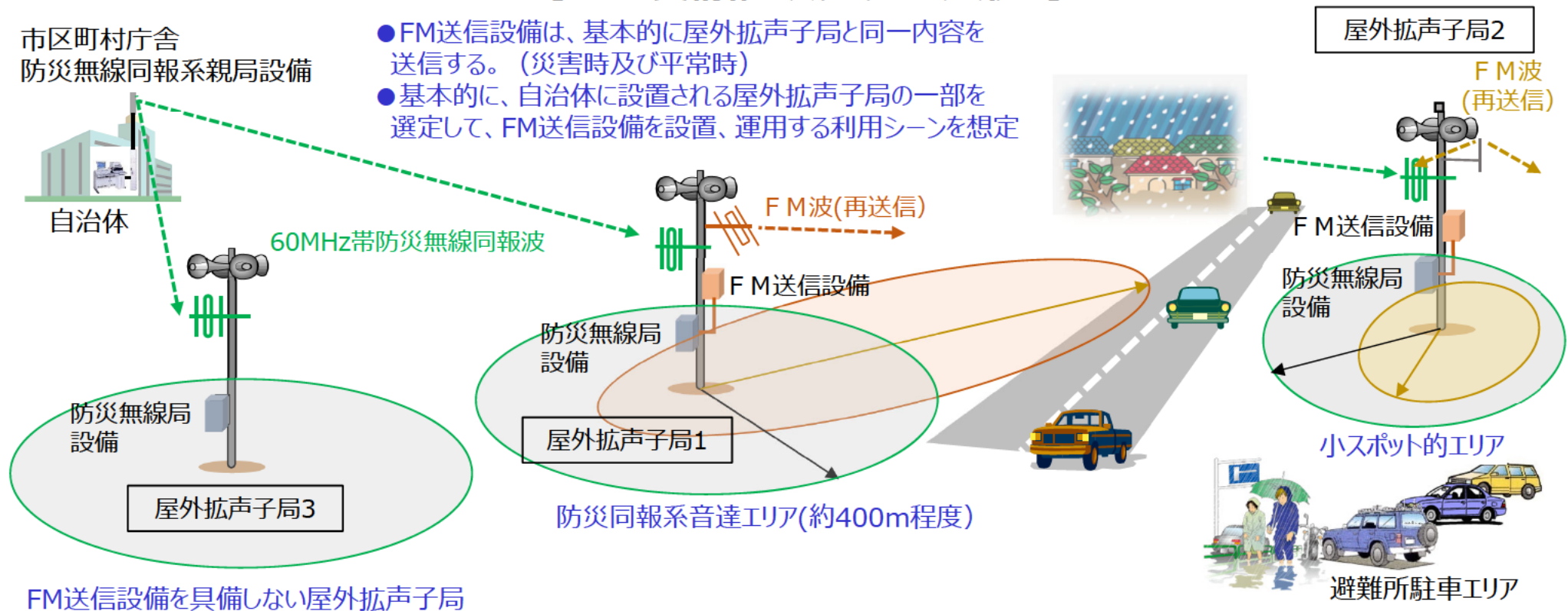
■ 検討内容

- FM防災情報システムから提供する情報について、利用シーンを踏まえた上で検討。
- FM防災情報システムの利用形態について、提供する情報や利用シーンを踏まえ、想定される場所やエリアカバーの考え方を検討。

■ 検討結果

- FM防災情報システムは防災行政無線を補完するシステムであることから、防災行政無線の運用形態にも鑑み、FM防災情報システムで提供する情報は、災害時・平時ともに基本的に防災行政無線の屋外拡声子局から流れる情報と同じ内容とすることが望ましい。
- 利用形態としては、自治体による防災行政無線の運用区域を前提としつつ、主要道路沿いの地域や避難所駐車エリア周辺等の小スポットエリアを想定し、防災行政無線の屋外拡声子局の音達エリア（半径400m程度）から数倍程度（1.5km程度）のエリアへの情報提供を行うものとして整理した。

【FM防災情報システムの利用形態】



■ 現状・課題

- FM防災情報システムは防災行政無線を補完するシステムであるものの、機能要件はFMラジオ受信機（カーラジオ）の機能にも依存するため、標準的モデルとして示されている防災行政無線の戸別受信機※との比較において、市販のFMラジオ受信機の機能との差異について検証が必要。
- また、災害時の確実な情報提供や安定的な運用を確保することが必要。
- 防災行政無線の屋外拡声子局との接続にあたり、防災行政無線のデジタル方式については、民間標準規格により出力インターフェース条件（下図参照）が規定されており、FM防災情報システムと接続可能となるよう検討が必要。

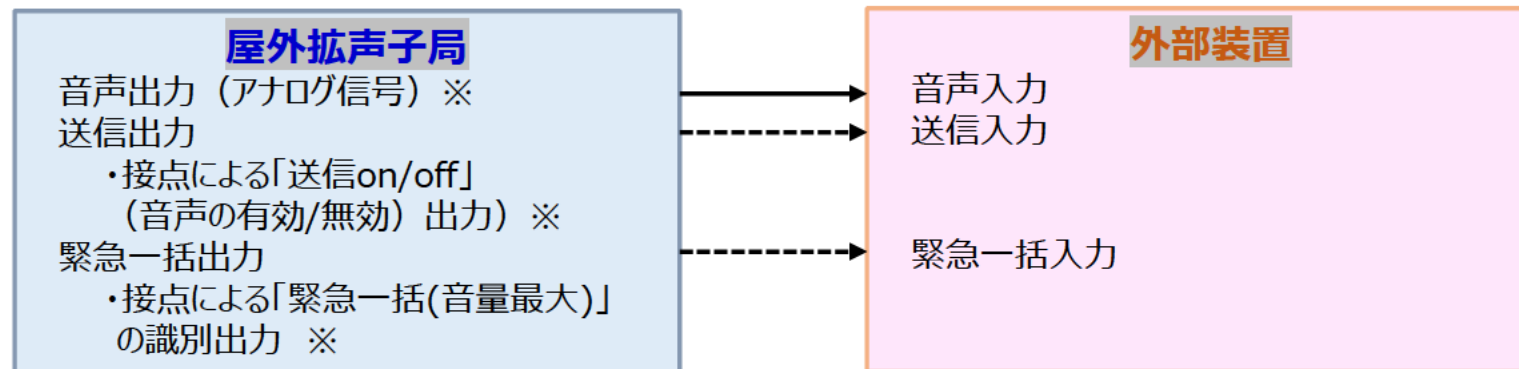
なお、アナログ方式については特段の規格がないため、防災行政無線の機器メーカーに対応可否の確認が必要。

※ 標準的モデルとして示されている防災行政無線の戸別受信機
 総務省消防庁「災害情報伝達手段の整備等に関する手引き（以下、URL参照）」（令和3年6月改訂版 参考資料1）に示す戸別受信機の「標準的なモデル」における主要機能等。

https://www.fdma.go.jp/mission/prepare/transmission/items/0306_tebiki.pdf

[屋外拡声子局・デジタル方式の出力インターフェース（概念図）]

- 民間標準規格（ARIB STD-T86、STD-T115）により外部装置を接続する場合のガイドラインとして、出力インターフェース条件が規定されている。



※ システム毎に仕様が異なる。

■ 検討内容

- 防災行政無線の戸別受信機と市販のFMラジオ受信機（カーラジオ）の比較による機能要件を検討。
- 災害時の確実な情報提供や安定的な運用を確保する観点から、送信側の付加機能や動作条件、FM防災情報システムと防災行政無線の相互干渉について、技術的に検討。
- 防災行政無線の屋外拡声子局との接続要件をデジタル方式及びアナログ方式それぞれについて検討。

【戸別受信機とFMラジオ受信機の機能の比較】

	比較項目	戸別受信機	F Mラジオ受信機	備考：戸別受信機の機能の内容
標準的なモデルの機能	音声受信	○	○	操作卓から送信した音声を受信
	緊急一括呼出	○	×	緊急時に音量を自動で最大に調整
	選択呼出	○	○ (注1) 防災無線と同一内容を送信する前提	一括呼出、グループ呼出、個別呼出
	録音再生	○	△ (注2) 受信機により録音再生機能を装備しているものもある	音声の録音再生が可能 (1件5分程度の録音再生機能)
	サイレン・ミュージック	○	○	サイレン音・ミュージック音の受信
その他機能	周波数自動選択	○	○ (注3) ラジオ受信機の機能として自動スキャンありの場合	プリセット自動スキャン機能 (数波～約10波)
	自動起動	○	×	戸別受信機が自動で起動する機能

凡例： ○：機能あり △：一部受信機に装備 ×：機能なし

【災害時の確実な情報提供や安定的な運用を確保する観点から必要となる機能要件の考察】

• **バッファリングリピート送信機能**

機器コストの低廉化、バックアップ電池の容量増加等の観点から、オプション的な扱いとすべきとの議論もあったが、FM防災情報システムから送信される情報の聞き逃し対策に加え、災害時に防災行政無線からの情報配信がない場合でも、FM防災情報システムの周波数で災害関連情報の提供を行っていることを車両避難者等に伝えるための一つの手法として検討。

• **FM送信設備の動作確認方法**

防災行政無線側にアンサーバック機能があっても、防災行政無線側でFM送信設備側からのアンサーバックを受け付ける機能を有しておらず、FM送信設備の動作確認が困難なため、FM送信設備側にロギング機能を設けることについて検討。

• **FM送信設備と防災行政無線局の併設設置に伴う相互干渉特性**

FM送信設備から防災行政無線側への広帯域送信機雑音や感度抑圧の与干渉について、干渉軽減フィルタ等による対応策について検討。また、相互干渉については、出来る限り周波数の離隔を多く確保することで干渉の軽減が図られることから、防災行政無線とFM防災情報システムの離隔周波数を確保するための方策について検討。

• **バックアップ電池の動作時間**

屋外拡声子局のバックアップ用電池の動作時間を踏まえた、FM防災情報システムのバックアップ用電池の動作時間について検討。

【防災行政無線の屋外拡声子局との接続】

• **デジタル方式**

FM防災情報システムの接続について、民間標準機関のガイドラインで規定する出力インターフェース条件を踏まえ検討。また、それ以外の入出力インターフェースを求める場合の対応方法（導入主体である自治体、防災行政無線及びFM防災情報システムの機器メーカー間の協議など）について検討。

• **アナログ方式**

アドホックグループに参加の防災行政無線メーカーに対応可否を調査をしたところ、数社から音声出力（アナログ信号）は可能との回答を得られたものの、導入から相当の年数が経過しており、性能保証や設計変更、サポート対応が困難との回答が多く寄せられた。

■ 検討結果

- 市販のFMラジオ受信機で対応可能な機能としての、音声受信、選択呼出、録音再生（一部機種）、サイレン・ミュージックへの対応、周波数自動選択（自動スキャン機能がある場合）に対応する機能を機能要件として整理した。
- また、災害時の確実な情報提供や安定的な運用を確保する観点から、実際の導入に際しては、バッファリングリピート送信機能やロギング機能、バックアップ用電池の72時間の動作時間確保とともに、FM防災情報システムと防災行政無線の相互干渉等についても配慮することが望ましい。

特に、バッファリングリピート送信機能については、無音状態を回避し、当該周波数で災害情報を伝達していることを車両避難者等に周知する一つの手法として有効であることに、配慮すべきである。

なお、防災行政無線の周波数（60MHz帯）との離隔を確保することにより、相互干渉の軽減が図られる効果があることから、FM防災情報システムは、V-Low帯域の高い周波数帯を利用することが望ましい。

- デジタル方式の防災行政無線の屋外拡声子局との接続については、民間標準機関のガイドラインに規定する出力インターフェース条件に準拠することが必要である。また、その他の入出力インターフェースを求める場合は、自治体、防災行政無線及びFM防災情報システムの機器メーカー間の協議が必要になるほか、アナログ方式の防災行政無線については、FM防災情報システムの接続可否について機器メーカーへの個別の確認が必要である。

【機能要件】

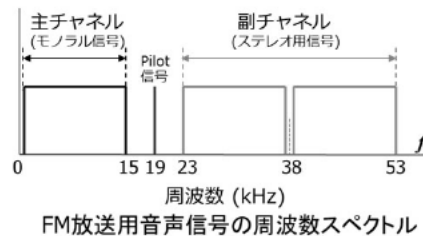
FMラジオ受信機で対応可能な機能	災害時の確実な情報提供や安定的な運用を確保する観点から必要となる機能等	防災行政無線との接続
<ul style="list-style-type: none"> ● 音声受信 ● 選択呼出 ● 録音再生（一部機種） 	<ul style="list-style-type: none"> ● バッファリングリピート送信機能 ● ロギング機能（機器メーカーの独自機能） 	<ul style="list-style-type: none"> ● デジタル方式 民間標準機関のガイドラインに規定する出力インターフェース条件に準拠
<ul style="list-style-type: none"> ● サイレン・ミュージックへの対応 ● 周波数自動選択（自動スキャン機能がある場合） 	<ul style="list-style-type: none"> ● バックアップ電池の72時間の動作時間確保 ● FM防災情報システムと防災行政無線の相互干渉に係る技術的検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● アナログ方式 各防災行政無線メーカーに確認

■ 現状・課題

- FM放送の技術基準は、ステレオ放送による高音質な放送番組を伝送するためのものであり、防災行政無線の音声情報のみを再送信するFM防災情報システムには適さないことから、周波数有効利用の観点も踏まえ、FM防災情報システムの技術的検討を行うことが必要。
- FM防災情報システムの導入に関しては、自治体から必要経費の見通しに関するコメントが多く寄せられており、コスト面の検討が必要。
- 防災行政無線のデジタル化により、文章から音声を作成するTTS合成音声方式が普及しているが、音声品質にばらつきがあるとの指摘もある。
- その他、FM防災情報システムの導入にあたって留意すべき事項を専門的な観点から検討することが必要。

FM放送方式の仕様について

- モノラル音声信号 (主チャンネル)
 - 50Hz～15kHzと、ヒトの可聴周波数帯域を、ほぼカバーし、高音質
 - ステレオ用音声信号 (副チャンネル)
 - モノラル信号 (～15kHz) の上の周波数 (23kHz～53kHz) にステレオ用の信号が入っている
 - FM (周波数変調) の特性として、送りたい (音声) 情報の上限周波数の数倍の帯域を要する
 - FM放送の帯域幅：200kHz
 - 周波数FM放送の仕様
 - 帯域200kHz, セパレーション100kHz, 隣接局800kHz
- (第2回防災利用WG 鈴木構成員資料から抜粋)



【自治体ニーズ調査結果の概要 (コスト面の課題)】

- 「FM防災情報システム」の導入意向のある自治体 (497団体) のうち、導入にあたって挙げたコスト面の課題は、必要費用の見通しに関するもの (148団体) が最も多かった。

必要費用の見通し [148団体]

- イニシャル・ランニングコスト及び整備点検費不明
- 子局への設置数によるコスト増大懸念
- 子局への必要設置数が不明
- 費用対効果の検討必要
- 電波利用料が不明、等

■ 検討内容

- FM防災情報システムの送信設備に求められる技術要件の検討。
- FM防災情報システムの技術要件を踏まえた機器サイズ・機器コストを検討。
- 防災行政無線とFM防災情報システムの接続に係る音声品質の改善策を検討。
- その他、FM防災情報システムの導入にあたって留意すべき事項を検討。

【送信設備に求められる技術要件に関する検討事項】

1. 周波数の利用

- ・ 自治体単位で必要となる周波数について、周波数資源の有効利用に考慮しつつ検討。
- ・ 混信等の干渉を回避する手法の検討。
- ・ 車両避難者等がFMラジオ受信機（カーラジオ）の周波数を変更せずに広域的に避難することを想定した周波数利用方策の検討。

2. 送信方式

- ・ FM非同期方式／FM同期方式についてコスト面も考慮した比較。

3. 伝送品質

- ・ 技術仕様、受信機の所要S/N、受信アンテナの利得、所要受信機入力、所要電界強度、電波伝搬特性の検討。

4. 回線設計

- ・ 利用形態におけるエリア確保のための伝搬距離、空中線電力の検討。

5. 所要D/U

- ・ 所要D/U、エリア確保の検討。

■ 検討結果

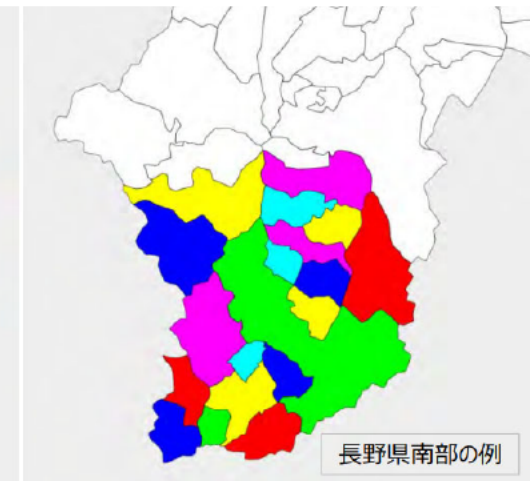
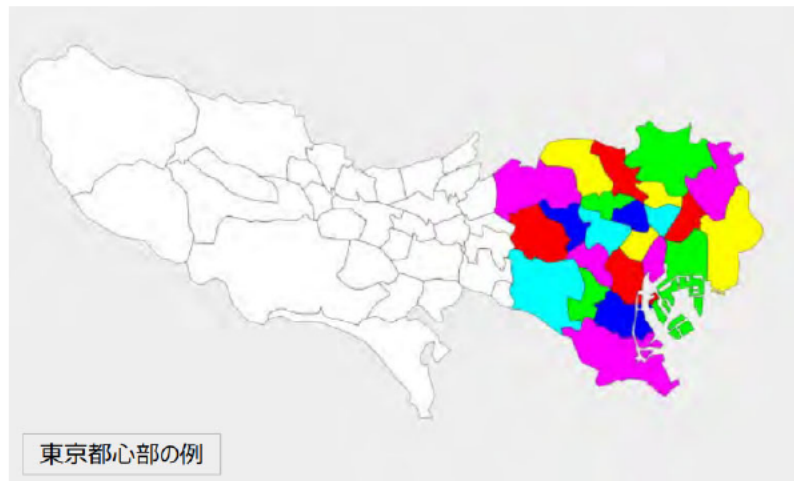
- 周波数利用については、周波数資源の有効利用を考慮し、周波数は1自治体あたり1波の利用を基本とする。また、広域的に災害対応を行う場合において、複数の自治体で同一周波数を利用することも有効である。
- 送信方式については、複数の送信設備から同一周波数で送信するものの、それぞれの送信設備が小規模で混信の可能性が低いことから、FM非同期方式を基本とする。なお、混信回避の手法としては、混信の原因となるそれぞれの送信設備にFM同期方式を採用することが有効である。
- 伝送品質については、防災行政無線と連動するためモノラルでS/N30dBとし、所要電界強度はFM放送と比べ低い値（FM放送との差 -17~-31dB）となった。
- 利用形態におけるエリアを確保するための回線設計の結果、空中線電力は1mW~500mWが必要。
- 所要D/Uについては、同一周波数でFM放送が36dB必要なのに対して10dBまで緩和が可能。
- 機器サイズと機器コストについては、機器構成や想定される送信設備仕様を試算条件とし、現段階における概算値・額として、1局あたり95リットル、300万円との目安を示した。
- 音声品質の改善策については、個別対応となることから、将来に向けた一考察として整理した。
- その他、エリアの構築や屋外拡声子局が設置されていない地域への置局、隣接自治体間の調整、FM送信設備の実施設計等については、導入に向けた留意事項として整理した。
- 今後の取り組みとして、FM防災情報システムの導入に向けて、電波伝搬等を含む詳細な技術検証を進めていくことが必要である。

【周波数の利用、送信方式】

項目	整理結果
周波数の利用	<ul style="list-style-type: none"> 周波数資源の有効利用を考慮し、自治体単位に1波利用することを想定。 また、混信等の干渉を回避するため複数波の利用を要する場合は、周波数資源の関係から、他の自治体の運用を妨げない場合に限り検討することが適当。 なお、複数の自治体で同一周波数を利用することにより、車両避難者等がFMラジオ受信機（カーラジオ）の周波数を変更せずに広域的に避難することが可能となることから、このような手法も有効である。
FM送信方式	<ul style="list-style-type: none"> FM送信方式は、システム低廉化に適したFM非同期方式とする。 なお、自治体内の複数の送信拠点から同一周波数で同時に送信する場合、送信機の性能や電波環境によって、エリア内において混信を起こす可能性がある。そのような混信を回避する手法として、FM防災情報システムの送信拠点同士でFM同期方式を採用することが有効である（通報内容が同一であることが条件）。

自治体単位に1波とした場合の想定される隣接自治体の周波数利用イメージ

- ①FM防災情報システムの周波数利用にあたって、全国共通波（1波）とするのではなく、複数の周波数とすることが望ましい（今後、詳細な技術的検討が必要）。
- ②周波数は特定の帯域（AA.A～ZZ.ZMHz）とし、受信者がその帯域をラジオ受信機でスキャンして受信できるよう、当該周波数帯域を受信者に周知し利用向上を図ることが望ましい。



【伝送品質】

① FM防災情報システムの技術仕様

- 占有周波数帯幅(B) 100kHz/モノラル ($B=2f_m \times 2f_d = 2 \times 40 + 2 \times 10 = 100\text{kHz}$)
- 最大周波数偏移(f_d) $\pm 40\text{kHz}$ (暫定値)
- 最高変調周波数(f_m) 10kHz (暫定値)

参考:FM放送 200kHzステレオ
(f_d) $\pm 75\text{kHz}$ 、(f_m) 15kHz

② 伝送品質の検討

- モノラル音声において、S/N30dBとする。(暫定値) 参考:FM放送S/N55dB
引用①: 電波法関係審査基準 一般則29.7MHzを超え300MHz以下その他………… S/N30dB
引用②: 電波法関係審査基準 29.7MHzを超え300MHz以下放送事業用その他… S/N30dB
引用③: アナログ防災行政無線の回線品質 …………… S/N30dB

③ FM受信機の受信入力レベルとS/N特性

- 市販のFMラジオ受信機の受信入力レベルとS/N特性は、モノラル受信とステレオ受信で特性が異なり、一般的にモノラル受信は、ステレオ受信に比べ十数dB低い入力レベルでS/N30dBを満足できるとされている。
- FM防災情報システムは、モノラル受信、占有周波数帯幅100kHzを想定しているため、市販のFMラジオ受信機 (ステレオ受信200kHz) のモノラル100kHz受信動作やS/N30dBの受信入力レベル等について別途確認が必要。

④ 市販受信機のS/N感度と最小受信入力特性

- ARIB TR-B11 「FM放送評価用受信機における設計マニュアル」によると受信機モデルにより特性のバラツキが確認されており、ステレオコンポやカーステレオは特性が良く、ラジカセや携帯型ラジオは、性能が劣ることが記載されている。
- 平成10年度電気通信技術審議会「FM放送局の置局に関する技術的条件」答申においても同様な報告がされている。これらのことから、市販のFMラジオ受信機の性能について別途確認が必要。

⑤ 受信アンテナの利得

- ARIB STD-B30 「地上デジタル音声放送用受信装置(望ましい仕様)」によるとVHF帯受信アンテナ利得について、受信形態 (移動受信、固定受信、携帯受信) により、バラツキが確認されており、屋外固定受信アンテナはプラス利得となっているが、その他の受信形態ではマイナス利得になっている。
- 受信形態によってアンテナ利得が異なることから、受信形態やアンテナ利得を考慮し回線設計を行う必要がある。

⑥ 所要受信機入力（表1）

項目	記号	単位	理論値	中雑音※	高雑音※	備考
等価受信帯域幅	B	kHz	200	200	200	
雑音指数	NF	dB	9	9	9	
熱雑音	Prni	dBm	-111.8	-111.8	-111.8	$K=1.38 \times 10^{-23}$ 、 $T=298k$
外部雑音	Prne	dBm	-113.7	※	※	ITU-R P.372-11 Table4 Residential
総合雑音	Prn	dBm	-109.7	-91.9※	-77.7※	(注) 雑音レベルの実態再確認が別途必要
所要S/N	Sn	dB	30	30	30	暫定値
S/N改善係数	I	dB	16.4	16.4	16.4	$10\log(3fd^2B/2fm * 0.3^3)$ 30%変調時
所要受信機入力電力	Erp	dBm	-96.1	-78.3	-64.1	$Prn+Sn-I$
所要受信機入力電圧	Erv	dBμV	18.7	36.5	50.7	(注)市販受信機の特性確認が別途必要

※ 平成10年度電気通信技術審議会「FM放送局の置局に関する技術的条件」の雑音測定結果を総合雑音として引用し、中雑音区域については住宅地雑音電界強度23dBμV/m、高雑音区域については車道走行雑音電界強度37.2dBμV/mの値で算出した。そのため外部雑音については「\」と記載している。

⑦ 所要電界強度（表2）

区域	FM防災情報システム（仮案） (S/N30dB、受信高1.5m)	(参考)FM放送ステレオ (S/N55dB、受信高4m)	備考 (現行FM規格差)
低雑音区域	21dBμV/m	48dBμV/m (0.25~1未満mV/m)	-27dB
中雑音区域	39dBμV/m	60~70dBμV/m (1~3未満mV/m)	-21~-31dB
高雑音区域	53dBμV/m	70~80dBμV/m (3~10以下mV/m)	-17~-27dB

- ① 基幹放送局の開設の根本的基準により、雑音区域毎（低、中、高）に放送区域の電界強度が定められている。
- ② 所要受信機入力の検討結果（表1）から、アンテナ実効長補正等を加えた所要電界強度（暫定値）を算出@100MHz
- ③ ITU-R BS.412-9「Planning standards for terrestrial FM sound broadcasting at VHF」において、モノラル放送の受信電界強度を34dBμV/m@地上高10mと規定している。VHF帯の高換算10m→1.5mから-12.7dBで計算すると21.3dBμV/mとなる。

⑧ 電波伝搬特性

FM防災情報システムは、防災行政無線の屋外拡声子局の設備を利用することから、送信高（支柱地上高：12.5m）、受信高（車両受信：地上高1.5m）の条件で、電波伝搬特性について検討した。

電波伝搬式は、球面回折損失を考慮した①ITU-R P.452と②自由空間損失の2つの計算式で検討し、下図のグラフで比較した。合わせて、送信高については低地送信となる7、10、12.5mの高さの違いについても比較計算した。

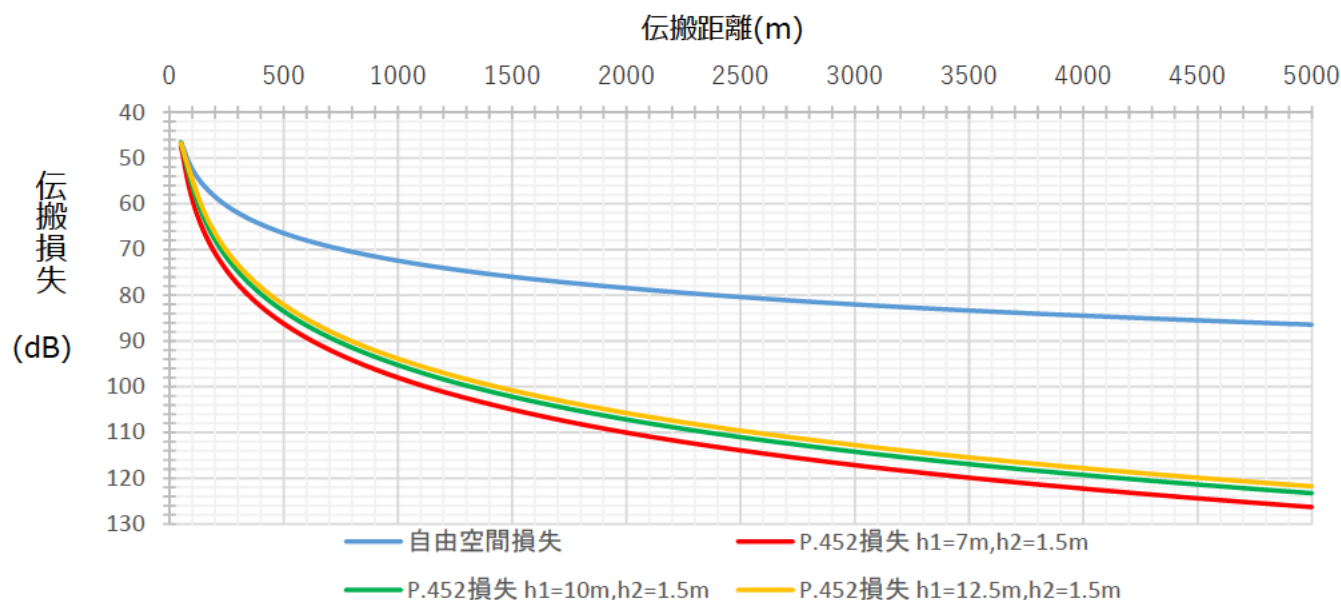
その結果、送信高7、10、12.5mの場合、低い送信条件で伝搬損失がより大きく、各送信高の違いは数dBとなっている。

一方、ITU-R P.452と自由空間伝搬損失の比較では、伝搬距離1kmで約20dBの差があり、距離が遠くなるにつれ、大地の球面回折損失が増加し、損失差が大きくなる結果となった。

屋外拡声子局については、音達効果を得るため居住密集地に多く配置されているが、電波伝搬の特性から見ると最適なロケーションとなっていないこともあり、実際に導入する際には、最適な電波伝搬となるよう見通しが確保できる送信地点や電波を遮る建造物等の影響を受け難い送信地点を選択するなど環境を考慮しカバーエリアの設計を行うことが重要である。

本検討は、低地送信を行うVHF帯（100MHz）での伝搬モデルからITU-R P.452を用いて検討を進めた。また、建造物の密集度が起因するクラッター損失については、様々な環境毎に電波伝搬特性と合わせて別途検証が必要である。

（参考）クラッター損失例：100MHz帯における建物占有面積率5%の時の伝搬損失8dB



[ITU-R P.452及び自由空間伝搬損失特性]

【回線設計】

FM防災情報システムの送信条件を低雑音、中雑音、高雑音区域に区分し、電波伝搬特性（ITU-R P.452及び自由空間伝搬）、伝搬距離、必要な空中線電力を求めるための回線設計を行った。

空中線電力や空中線利得については、値が大きい程伝搬距離が長くなりエリアを広く確保することができるが、屋外拡声子局に影響を与えることなく併設することを考慮し、現実的に整備できる条件で検討した。

表3に結果概要、表4～表7に詳細回線設計とエリアの関係を示す。

【計算条件】

- ① 空中線電力は、ラジオギャップファイラと同程度の規模を想定し、1～500mWまでとした。
これ以上の大きな電力とする場合は、併設する屋外拡声子局への影響や、他の市区町村への与干渉条件などを整理したうえで、必要に応じて検討することとした。
- ② 送信空中線については、物理的に比較的小さく取付けられる、ダイポールアンテナ、水平無指向ターンスタイルアンテナ、指向性3素子八木アンテナで検討した。
- ③ 受信空中線については、複数のモデルが想定されるが、今回はカーラジオ移動受信を想定し、マルチメディア放送の回線設計モデルと同様に-3dBd(-0.9dBi)の空中線とした。合わせて、受信給電線損失を0.5dBとした。
- ④ 都市部等における建造物遮蔽の影響を考慮し、クラッター損失(8dB@100MHz)を加味した条件でも検討を行った。

[検討結果概要] (表3)

	送信条件 距離(m)	ダイポール送信時の必要送信電力 (P.452 電力mW/自由空間 電力mW)					3素子八木送信時の必要送信電力 (P.452 電力mW)				備考
		400	600	800	1,500	2,000	400	800	1,500	2,000	
低雑音区域	1/-	-	1/-	10/1	20/1	-	-	1	5		
中雑音区域	5/-	-	20/1	250/1	-/10	-	10	100	-		
高雑音区域	50	250	500/10	-/50	-/100	10	250	-	-		

※送信高12.5m、受信高1.5mのモデル

[回線設計とエリアの関係 (低雑音区域/ITU-R P.452)]

(表 4)

【空中線高の条件】
 ・送信空中線高
 12.5m
 ・受信空中線高
 1.5m

項目	記号	単位	ダイポール0dBd				ターンスタイル-3dBd				3素子八木5.5dBd		
			400	800	1,500	2,000	400	800	1,500	2,000	1,500	2,000	
距離		m	400	800	1,500	2,000	400	800	1,500	2,000	1,500	2,000	
周波数		MHz	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
送信系の特性	送信出力 Pt	Pt	mW	1.0	1.0	10.0	20.0	1.0	1.0	20.0	50.0	1.0	5.0
			dBm	0.0	0.0	10.0	13.0	0.0	0.0	13.0	17.0	0.0	7.0
	避雷器	Lfa	dB	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	給電線損失	Lft	dB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	空中線利得	Gat	dBi	2.1	2.1	2.1	2.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	7.6	7.6
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	等価等方輻射電力	Eirp	dBm	0.9	0.9	10.9	13.9	-2.2	-2.2	10.8	14.8	6.4	13.4
受信系の特性	フィルタ損等	Lfb	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	給電線損失	Lfr	dB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	空中線利得	Gar	dBi	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	総合空中線系利得	Gr	dB	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4
	等価受信帯域幅	B	kHz	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
	雑音指数	NF	dB	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	熱雑音	Prni	dBm	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8
	外部雑音	Prne	dBm	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7	-113.7
	雑音合計	Prn	dBm	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7	-109.7
	雑音電圧	Prn	dB μ V	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
	所要S/N	Sn	dB	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
	S/N改善係数	I	dB	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
所要受信機入力電力 Prn+Sn-I	Er	dBm	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	-96.1	
所要受信機入力電圧	Er	dB μ V	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	
所要電界強度		dB μ V	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	
伝搬特性	伝搬損失		dB	78.3	90.1	100.8	105.7	78.3	90.1	100.8	105.7	100.8	105.7
	回折損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	クラッター損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	伝搬損失合計	TI	dB	78.3	90.1	100.8	105.7	78.3	90.1	100.8	105.7	100.8	105.7
判定評価	受信入力電力		dBm	-78.7	-90.5	-91.2	-93.1	-81.9	-93.7	-91.4	-92.3	-95.7	-93.6
	受信入力電圧		dB μ V	36.1	24.3	23.6	21.7	32.9	21.1	23.4	22.5	19.1	21.2
	回線マージン		dB	17.3	5.5	4.8	2.9	14.2	2.4	4.7	3.8	0.3	2.4
	受信電界強度		dB μ V/m	38.1	26.3	25.6	23.7	35.0	23.2	25.5	24.6	21.1	23.2

[回線設計とエリアの関係 (中雑音区域/ITU-R P.452)]

(表5)

・送信空中線高
12.5m
・受信空中線高
1.5m

項目	記号	単位	ダイポール0dBd				ターンスタイル-3dBd				3素子八木5.5dBd		
			400	800	1,500	800	400	800	1,500	800	800	1,500	
距離		m	400	800	1,500	800	400	800	1,500	800	1,500		
周波数		MHz	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
送信系の特性	送信出力 Pt	Pt	5.0	20.0	250.0	200.0	5.0	50.0	500.0	250.0	10.0	100.0	
			dBm	7.0	13.0	24.0	23.0	7.0	17.0	27.0	24.0	10.0	20.0
	避雷器	Lfa	dB	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
	給電線損失	Lft	dB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
	空中線利得	Gat	dBi	2.1	2.1	2.1	2.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	7.6	7.6
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	等価等方輻射電力	Eirp	dBm	7.9	13.9	24.9	23.9	4.8	14.8	24.8	21.8	16.4	26.4
受信系の特性	フィルタ損等	Lfb	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	給電線損失	Lfr	dB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
	空中線利得	Gar	dBi	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	総合空中線系利得	Gr	dB	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	
	等価受信帯域幅	B	kHz	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	
	雑音指数	NF	dB	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	
	熱雑音	Prni	dBm	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	
	外部雑音	Prne	dBm	※	※	※	※	※	※	※	※	※	
	雑音合計	Prn	dBm	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	-91.9	
	雑音電圧	Prn	dB μ V	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	
	所要S/N	Sn	dB	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	
	S/N改善係数	I	dB	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	
	所要受信機入力電力 Prn+Sn-I	Er	dBm	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	
所要受信機入力電圧	Er	dB μ V	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5	36.5		
所要電界強度		dB μ V	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5	38.5		
伝搬特性	伝搬損失		dB	78.3	90.1	100.8	90.1	78.3	90.1	100.8	90.1	100.8	
	回折損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	クラッター損失		dB	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	
	伝搬損失合計	TI	dB	78.3	90.1	100.8	98.1	78.3	90.1	100.8	98.1	100.8	
判定評価	受信入力電力		dBm	-71.7	-77.5	-77.3	-75.5	-74.9	-76.7	-77.4	-77.7	-75.0	-75.7
	受信入力電圧		dB μ V	43.1	37.3	37.5	39.3	39.9	38.1	37.4	37.1	39.8	39.1
	回線マージン		dB	6.6	0.8	1.1	2.8	3.4	1.6	0.9	0.6	3.3	2.6
	受信電界強度		dB μ V/m	45.1	39.3	39.6	41.3	42.0	40.2	39.5	39.2	41.8	41.1

※ 総合雑音について、平成10年度電気通信技術審議会「FM放送局の置局に関する技術的条件」:住宅地雑音電界強度実測値23dB μ V/m (-91.9dBm) を中雑音区域に適用し、外部雑音の区分は「\」空欄とした。

[回線設計とエリアの関係 (高雑音区域/ITU-R P.452)]

(表6)

・送信空中線高
12.5m
・受信空中線高
1.5m

項目	記号	単位	ダイポール0dBd					ターンスタイル-3dBd			3素子八木5.5dBd			
			400	600	800	400	500	400	600	400	400	800	400	
距離		m	400	600	800	400	500	400	600	400	400	800	400	
周波数		MHz	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
送信系の特性	送信出力 Pt	Pt	mW	50.0	250.0	500.0	250.0	500.0	100.0	500.0	500.0	10.0	250.0	50.0
			dBm	17.0	24.0	27.0	24.0	27.0	20.0	27.0	27.0	10.0	24.0	17.0
	避雷器	Lfa	dB	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	給電線損失	Lft	dB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	空中線利得	Gat	dBi	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	-1.0	-1.0	-1.0	7.6	7.6	7.6
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	等価等方輻射電力	Eirp	dBm	17.9	24.9	27.9	24.9	27.9	17.8	24.8	24.8	16.4	30.4	23.4
	フィルタ損等	Lfb	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
受信系の特性	給電線損失	Lfr	dB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	空中線利得	Gar	dBi	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	総合空中線系利得	Gr	dB	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4
	等価受信帯域幅	B	kHz	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
	雑音指数	NF	dB	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	熱雑音	Prni	dBm	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8
	外部雑音	Pme	dBm	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※
	雑音合計	Prn	dBm	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7
	雑音電圧	Prn	dB μ V	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1
	所要S/N	Sn	dB	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
	S/N改善係数	I	dB	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
	所要受信機入力電力	Er	dBm	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1
	所要受信機入力電圧	Er	dB μ V	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7
所要電界強度		dB μ V/m	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	
伝搬特性	伝搬損失		dB	78.3	85.2	90.1	78.3	82.1	78.3	85.2	78.3	78.3	90.1	78.3
	回折損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	クラッター損失		dB	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	8.0
	伝搬損失合計	TI	dB	78.3	85.2	90.1	86.3	90.1	78.3	85.2	86.3	78.3	90.1	86.3
判定評価	受信入力電力		dBm	-61.7	-61.7	-63.5	-62.8	-63.5	-61.9	-61.8	-62.9	-63.2	-61.1	-64.2
	受信入力電圧		dB μ V	53.1	53.1	51.3	52.0	51.3	52.9	53.0	51.9	51.6	53.7	50.6
	回線マージン		dB	2.4	2.5	0.6	1.4	0.6	2.2	2.3	1.2	0.9	3.1	-0.1
	受信電界強度		dB μ V/m	55.1	55.2	53.3	54.1	53.3	55.0	55.1	54.0	53.6	55.8	52.6

※ 総合雑音について、平成10年度電気通信技術審議会「FM放送局の置局に関する技術的条件」:車道走行雑音電界強度37.2dB μ V/m (-77.7dBm) を高雑音区域に適用し、外部雑音の区分は「\」空欄とした。

[回線設計とエリアの関係 (低・中・高雑音区域/自由空間)]

(表 7)

自由空間伝搬損失のため距離減衰のみとし高さ条件は含まず

項目	記号	単位	低雑音ダイポール0dBd			中雑音ダイポール0dBd			高雑音ダイポール0dBd					
			800	1,500	2,000	800	1,500	2,000	800	1,500	2,000	1,500	2,000	
距離		m	800	1,500	2,000	800	1,500	2,000	800	1,500	2,000	1,500	2,000	
周波数		MHz	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
送信系の特性	送信出力 Pt	Pt	mW	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	10.0	10.0	50.0	100.0	200.0	250.0
			dBm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	17.0	20.0	23.0	24.0
	避雷器	Lfa	dB	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	給電線損失	Lft	dB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	空中線利得	Gat	dBi	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	等価等方輻射電力	Eirp	dBm	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	10.9	10.9	17.9	20.9	23.9	24.9
	フィルタ損等	Lfb	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
受信系の特性	給電線損失	Lfr	dB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	空中線利得	Gar	dBi	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
	空中線角度損失	$\Delta\theta$	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	総合空中線系利得	Gr	dB	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4	-1.4
	等価受信帯域幅	B	kHz	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
	雑音指数	NF	dB	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
	熱雑音	Prni	dBm	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8
	外部雑音	Prne	dBm	-113.7	-113.7	-113.7	※	※	※	※	※	※	※	※
	雑音合計	Prn	dBm	-109.7	-109.7	-109.7	-91.9	-91.9	-91.9	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7	-77.7
	雑音電圧	Prn	dB μ V	5.1	5.1	5.1	22.9	22.9	22.9	37.1	37.1	37.1	37.1	37.1
	所要S/N	Sn	dB	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
	S/N改善係数	I	dB	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
	所要受信機入力電力	Er	dBm	-96.1	-96.1	-96.1	-78.3	-78.3	-78.3	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1	-64.1
	所要受信機入力電圧	Er	dB μ V	18.7	18.7	18.7	36.5	36.5	36.5	50.7	50.7	50.7	50.7	50.7
所要電界強度		dB μ V/m	20.8	20.8	20.8	38.5	38.5	38.5	52.7	52.7	52.7	52.7	52.7	
伝搬特性	伝搬損失		dB	70.5	76.0	78.5	70.5	76.0	78.5	70.5	76.0	78.5	76.0	78.5
	回折損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	クラッタ損失		dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	
	伝搬損失合計	TI	dB	70.5	76.0	78.5	70.5	76.0	78.5	70.5	76.0	78.5	84.0	86.5
判定評価	受信入力電力		dBm	-70.9	-76.4	-78.9	-70.9	-76.4	-68.9	-60.9	-59.4	-58.9	-61.4	-63.0
	受信入力電圧		dB μ V	43.9	38.4	35.9	43.9	38.4	45.9	53.9	55.4	55.9	53.4	51.8
	回線マージン		dB	25.1	19.6	17.1	7.4	1.9	9.4	3.2	4.7	5.2	2.7	1.2
	受信電界強度		dB μ V/m	45.9	40.4	37.9	45.9	40.4	47.9	55.9	57.4	57.9	55.4	53.9

※ 総合雑音について、平成10年度電気通信技術審議会「FM放送局の置局に関する技術的条件」:住宅地雑音電界強度実測値23dB μ V/m (-91.9dBm) を中雑音区域に、車道走行雑音電界強度37.2dB μ V/m (-77.7dBm) を高雑音区域に適用し、外部雑音の区分は「\」空欄とした。

【所要D/U】

① 所要D/U

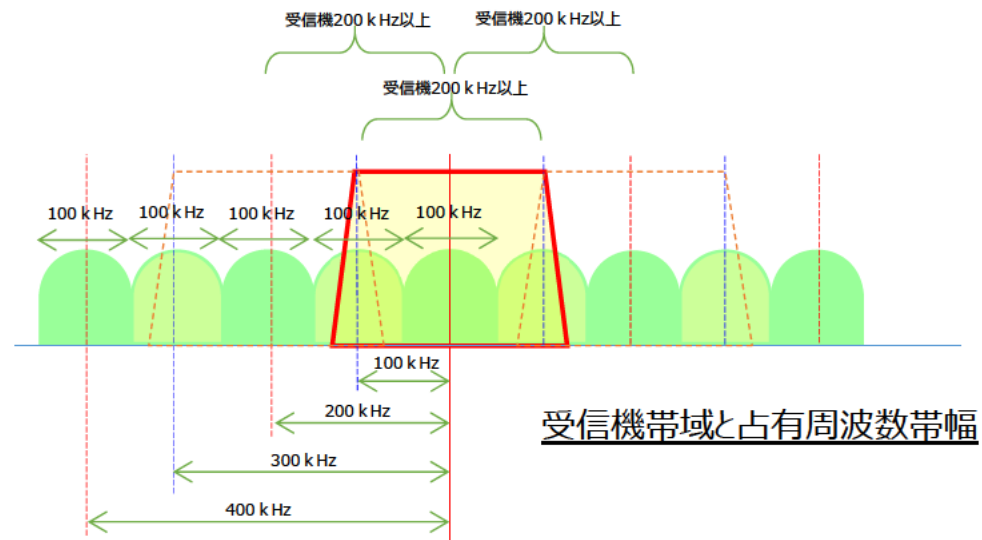
所要D/Uについては、受信評価3以上となる希望波と妨害波との信号比を求めることになるが、今回のFM防災情報システムは市販FM受信機の受信帯域200kHz（IF帯域は200～300kHz程度）、最大周波数偏移40kHz、占有周波数帯幅100kHz、モノラル信号で受信する条件から、所要D/Uの検討にあたっては、市販FM受信機による基本性能及び同一、隣接チャンネルの干渉特性を室内試験等により別途確認し導出する必要があるが、今回は、FM防災情報システムの導入検討を進めるため机上検討により暫定案を表8に算出した。

[非同期方式暫定案] (表8)

周波数差	所要D/U	FM放送	コメント
0kHz	10dB	36dB	・電波法関係審査基準の同一周波数の場合の混信保護比D/U10dB以上 (参考) S/N(30dB) -干渉雑音(3dB) -I(16.4dB)=10.6dBを求め、モノラル放送方式や実効選択度の性能に優れているカーラジオ受信が主であることを考慮し ≒10dBとした。
100kHz	6dB	33dB	・受信帯域200kHz内に重なる領域は、50kHzの1/4の干渉関係から6dBとした。
200kHz	-10dB	7dB	・GB100kHzとなることから、FM放送300kHz相当の-10dBとした。
300kHz	-25dB	-10dB	・GB200kHzとなることから、FM放送400kHz相当の-25dBとした。
400kHz	-25dB	-25dB	・GB200kHz以上となることから、FM放送400kHzの-25dBとした。

※ 運用条件の追記 (案)

- ① 同一自治体（同一免許人）内の自システム間の所要D/Uについては、自局内（同一免許人）で干渉改善の調整が可能であることや受信エリアの受信実態が運用上大きな問題が無い場合に限り、所要D/Uを最大6dBまで緩和して運用することを可能とする。
(例えば) エリア内で受信者がいない場所など。
- ② FM防災情報システム間で行う、同期放送については、所要D/Uは該当しない。



② FM同期放送変調器の違いによる評価 (ステレオ放送の例)

同期システム	周波数偏差/安定度	備考
デジタル変調器 A※1	0.0Hz	GPS制御
デジタル変調器 B※1	0.0Hz	GPS制御
デジタル変調器 C※1	2Hz以下	GPS制御
アナログ変調器※2	±1ppm(実測87Hz)	制御なし

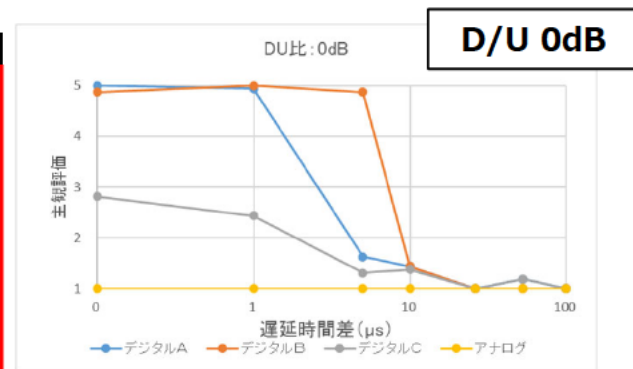
※1 独立同期方式

※2 同一周波数 非同期方式

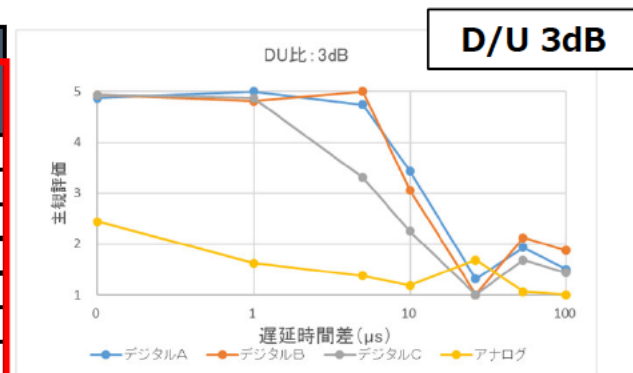
- 試験結果から、ステレオ信号非同期方式は D/U10dB以上あれば、評価3程度を確保。モノラル方式ではさらに評価改善が期待できる。
- GPS独立同期方式を採用することで、受信評価は各段に改善される。

(出典) 平成30年度 総務省技術試験事務『FM同期放送の導入に関する技術的条件の調査検討』報告書(NHKアイテック)より

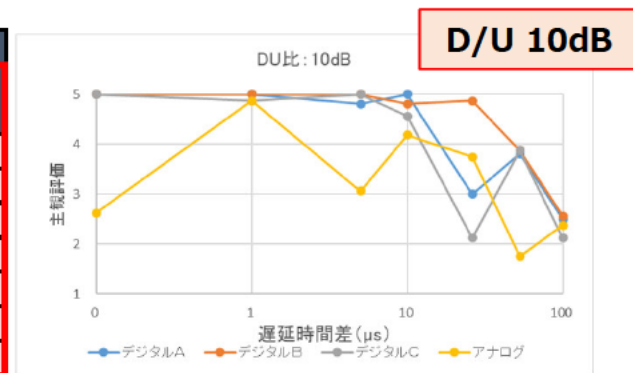
遅延時間差 (μs)	主観評価			
	デジタル A	デジタル B	デジタル C	アナログ
0	5.0	4.9	2.8	1.0
1	4.9	5.0	2.4	1.0
5	1.6	4.9	1.3	1.0
10	1.4	1.4	1.4	1.0
26.3	1.0	1.0	1.0	1.0
53	1.2	1.0	1.2	1.0
100	1.0	1.0	1.0	1.0



遅延時間差 (μs)	主観評価			
	デジタル A	デジタル B	デジタル C	アナログ
0	4.9	4.9	4.9	2.4
1	5.0	4.8	4.9	1.6
5	4.8	5.0	3.3	1.4
10	3.4	3.1	2.3	1.2
26.3	1.3	1.0	1.0	1.7
53	1.9	2.1	1.7	1.1
100	1.5	1.9	1.4	1.0



遅延時間差 (μs)	主観評価			
	デジタル A	デジタル B	デジタル C	アナログ
0	5.0	5.0	5.0	2.6
1	5.0	5.0	4.9	4.9
5	4.8	5.0	5.0	3.1
10	5.0	4.8	4.6	4.2
26.3	3.0	4.9	2.1	3.8
53	3.8	3.9	3.9	1.8
100	2.5	2.6	2.1	2.4

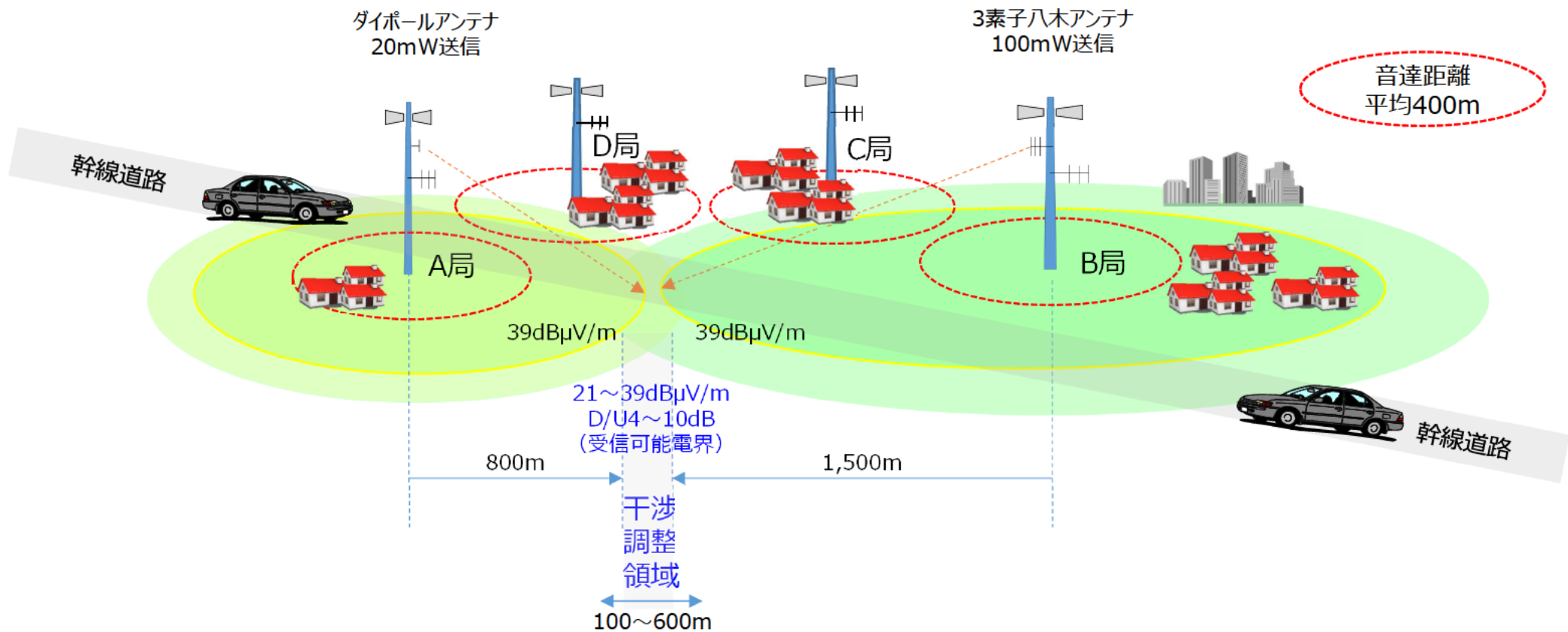


 : 非同期方式

③ エリア確保 (中雑音区域、非同期方式の例)

- A～D局については、屋外拡声子局から平均音達距離400mで防災行政無線の同報サービスを実施。
- A局とB局について、FM防災情報システムを同一周波数で送信。
- C局とD局については、FM防災情報システムを送信しない周辺屋外拡声子局。
- FM防災情報システムを受信する範囲が、中雑音区域の場合電界強度 $39\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ (暫定案) のエリアを設計。
- 電界強度 $39\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 未満の範囲でも環境雑音が低ければ $21\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ (暫定案) までの範囲は受信可能。
- この場合、他局からの電波とのD/Uが $4\sim 10\text{dB}$ (暫定案) 以上確保できれば受信可能。
- 干渉調整領域については、送信偏波面、送信諸元 (空中線電力や送信空中線形式等)、同期方式の採用等の工夫で調整。

[エリア確保のイメージ]



【機器サイズと機器コスト】

- FM防災情報システムにおける機器サイズ及び機器コストについては、アドホックグループFM送信設備関係構成員に対し、下表に示す試算条件の下に、アンケート調査を実施し、平均値により算出した。
- なお、試算結果は、現時点の試算条件における概算値であり、あくまでも実用化に向けた目安・参考値としての位置付けにある。

機器サイズ・機器コストの試算条件

項目	算出条件	備考
送信電力 (mW)	100mW	・中雑音区域/三素子空中線/距離1,500m
変調方式	FM	・占有周波数帯幅 モノラル100kHz
バックアップ電池 (駆動時間) (運用条件)	72時間 ・5分送信、55分待ち受け ・24回/日	・防災無線同報系運用条件に準じる
バッファリングリポート機能	・具備しない	・標準的に具備するかは今後検討
環境温度	-10℃～+50℃	
据付条件	・防災同報屋外拡声子局に併設	

機器サイズ・機器コストの調査結果 (平均値)

	項目	単価(万円)	試算条件等
コスト	本体機器	約170	ロット10局
	空中線(3素子)	約150	ロット100局
	送信用干渉低減フィルタ	約20	ロット10局
	通過帯域100MHz帯、減衰帯域70MHz帯 (15 dB程度減衰)	約17	ロット100局
	据付工事	約110	接続動作検証が終了した安定期における据付工事・動作確認費用を想定
サイズ	外形寸法 W×D×H (mm)	最小値 300x300x380 最大値 800x400x540	
	体積 (リットル)	体積 約95	
	質量 (概算) (kg)	約70	

※ 基本・実施設計、回線設計エリアシミュレーション・現地調査費、免許申請関連費用等は含まない。

(前提となる機器構成)

- FM防災情報システムにおける機器構成は、基本的に、FM送信設備本体、空中線、バックアップ電池及び干渉低減フィルタ等となる。
- FM送信設備本体への電源供給は、商用電源100V、停電時のバックアップ電池駆動時間は、防災行政無線屋外拡声子局に一般的に求められる「72時間（目安）」を想定することが適当である。
なお、屋外拡声子局との共有は、現実的に電池容量の観点から不可能であるため、バックアップ電池については、FM送信設備本体単独で具備することが必要である。
- また、干渉低減フィルタについては、必要により、
 - ① FM送信設備側に具備する広帯域送信雑音を低減するためのフィルタ
 - ② 屋外拡声子局側に具備する感度抑圧対策のためのフィルタを検討することが望ましい。
- 空中線については、求められるエリアにより、基本的な回線設計モデルとして、
 - ① ダイポールアンテナ
 - ② 水平無指向ターンスタイルアンテナ
 - ③ 指向性3素子アンテナを想定することとした。なお、コスト試算においては、③指向性3素子アンテナを用いた。

【音質改善方策に関する将来に向けた一考察】

- FM防災情報システムの音質改善方策について検討を行った結果を以下のとおり整理した。なお、本検討は既設の防災行政無線の親局設備及び無線装置等の改修、新規設計を想定した場合の一考察である。実用化には実機検証を踏まえた評価が必要である。
- 実施にあたっては、防災行政無線設備の開発費・機器コスト及びFM送信設備の機器コストの増加を伴うことから、自治体の導入予算を勘案した案件ごとの関係者協議が必要である。

想定方式	具体的方策	特徴	課題
TTS音声合成①	<ul style="list-style-type: none"> 親局操作卓に音声合成機能が具備されている場合、アナログ音声出力を音声合成方式へ変更（既設方式から、特性の優れた方式に改修）。 	<ul style="list-style-type: none"> 音声合成方式の特性により、一定の効果が見込まれると想定。 	<ul style="list-style-type: none"> 優れた音声合成方式の調査選定。 親局操作卓のサーバ設備の更新費用。（機器費、開発設計費、作業費ほか）が必要 対応可否は、製造メーカーによる。
TTS音声合成②	<ul style="list-style-type: none"> 音声合成時は、音声符号化・復号回路（デジタル信号処理）を介さずにテキストデータ伝送、屋外拡声子局に音声合成機能を具備し、音声復調・生成する。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的に音声符号化を行わないため、TTS音声合成①より改善が見込まれると想定。 	<ul style="list-style-type: none"> 優れた音声合成方式の調査選定。 親局設備、無線装置及び屋外拡声子局無線装置の改修、新規設計が必須要件（TTS音声合成①よりも費用増大）。 対応可否は、製造メーカーによる。
音声合成以外の方式①	<ul style="list-style-type: none"> 屋外拡声子局に音声帯域イコライザを追加して、アナログ音声の周波数特性を変更する。 	<ul style="list-style-type: none"> 効果については、実証評価が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 屋外拡声子局無線装置の改修、設計変更・新規設計が必要。 音声以外のチャイム・サイレンに対する影響度にも留意が必要。 対応可否は、製造メーカーによる。
音声合成以外の方式②	<ul style="list-style-type: none"> FM送信設備におけるFM変調部における入力アナログ音声の周波数特性を変更する。 	<ul style="list-style-type: none"> 効果については、実証評価が必要。 音声合成以外の方式①に比較し、有効と想定。 有効な場合は、FM送信設備のオプション機能に位置付けられる。 	<ul style="list-style-type: none"> FM送信設備の機器コストが増加。 対応可否は、製造メーカーによる。

【導入に向けた留意事項】

項目	留意事項
エリア構築について	FM防災情報システムのエリア構築において、屋外拡声子局によっては、建造物に囲まれている公園や公共施設に設置しているケースも想定され、最適なエリアを確保するため、必要とする地域に最適となる送信地点（屋外拡声子局）の選定、エリアシミュレーションによる送信諸元の検討及び他のFM 防災情報システムからの電波干渉等の個々の技術検討が必要。
屋外拡声子局が設置されていない地域への置局について	屋外拡声子局が配置されていない地区やFM防災情報システムによるエリア確保を必要とする地域（主要道路周辺、避難所駐車エリア等の小スポットエリア）へは、屋外拡声子局の増設を前提として新たな置局も可能。
隣接自治体間の境界地における調整について	自治体間の境界地域については、防災行政無線の運用が、原則、自治体の行政区域内であることから、隣接自治体相互の協議、運用調整を踏まえ、相互干渉が問題とならないよう調整することが必要。
FM送信設備の実施設計、据付工事について	FM防災情報システムの導入に際して、FM送信設備と防災行政無線の機器メーカーが異なること（異メーカー間接続）も想定されることから、自治体は相互のメーカーに必要な情報を照会し、関係者間で適宜協議を行うことを推奨。 FM送信設備を屋外拡声子局支柱に併設することから、既設支柱の耐荷重、空中線及び電源引き込み方法など、実施設計段階において、個別検討が必要。 ※ 例えば、屋外拡声子局に再送信子局装置が具備される場合、FM送信設備装置と合わせ3局の装置を設置することが想定されるため、それを前提とした検討が必要。

Ⅱ．FM路側通信システム

- 路側通信については、現在、AM方式により行われているが、FM方式とすることにより、AM方式と同様に同報性が得られるだけでなく、音質がより良くなるとともに、設備の小型化による可搬型システムの実現も可能となり、災害時の道路利用者に対し、より確実な情報提供が図られるようになると思われる。
- これを踏まえ、将来におけるAM放送からFM放送への転換の動向にも鑑み、国土交通省を中心に路側通信システムのFM方式への移行について、検討が進められている。
- 一方で、道路利用者への情報伝達手段としてのFM路側通信システムは、現時点では実現方策について明確になっていない部分もあることから、今後、関係者による技術的検討等が行われ具体化されていく中で、V-Low帯域の一部をFM路側通信システムとして利用することについて、結論を得ることが望ましい。

1 背景・目的

放送用周波数の活用方策に関する検討分科会（以下、「分科会」という。）において、令和3年5月に「V-Low帯域の利活用方策に関する基本方針に係るとりまとめ」が行われ、その中でV-Low帯域の利活用方策の一つとして自治体等から提案されたFM防災情報システムとFM路側通信システム（以下、「FM防災情報システム等」という。）の分科会での検討結果を踏まえ、V-Low帯域の一部を防災用の周波数として利用することについて検討を行うことが適当とされた。

また、具体的な必要帯域などの検討にあたっては、防災関係機関や自治体、送受信機メーカー等による専門的な検討を行う必要があり、分科会にワーキンググループを設置すること等により、引き続き検討を深めることが必要とされた。

このことを踏まえ、本ワーキンググループは分科会の下に設置される会合として、所要の検討を行うことを目的とする。

2 名称

本ワーキンググループは「V-Low帯域の防災利用に関するワーキンググループ」と称する。

3 主な検討項目

- (1) 自治体等によるV-Low帯域での防災利用ニーズ
- (2) 既存の防災システムの中でのFM防災情報システム等の位置付け
- (3) 利用形態・機能要件
- (4) その他関連事項

4 構成及び運営

- (1) 本ワーキンググループの主査は、分科会長が指名する。本ワーキンググループの構成員及びオブザーバは、主査が指名する。
- (2) 主査は、必要があると認めるときは、主査代理を指名することができる。
- (3) 主査代理は主査を補佐し、主査不在のときは主査に代わって本ワーキンググループを招集する。
- (4) 主査は、必要に応じ、構成員以外の関係者の出席を求め、意見を聞くことができる。
- (5) その他、本ワーキンググループの運営に必要な事項は主査が定めるところによる。

5 議事の取扱い

- (1) 本ワーキンググループの会議は、原則として公開とする。ただし、公開することにより当事者又は第三者の権利及び利益並びに公共の利益を害するおそれがある場合、その他主査が必要と認める場合は非公開とする。
- (2) 本ワーキンググループの会議で使用した資料については、原則として総務省のホームページに掲載し、公開する。ただし、公開することにより当事者又は第三者の権利及び利益並びに公共の利益を害するおそれがある場合、その他主査が必要と認める場合は非公開とする。
- (3) 本ワーキンググループの会議については、原則として議事要旨を作成し、総務省のホームページに掲載し、公開する。

6 その他

本ワーキンググループの庶務は、情報流通行政局放送技術課及び一般財団法人マルチメディア振興センター（FMCC）が、総務省内の関係各課室（総合通信基盤局電波部重要無線室、同新世代移動通信システム推進室、情報流通行政局地上放送課、同地域放送推進室）と連携して行うものとする。