

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報告 概要

「業務用陸上無線通信の高度化等に関する技術的条件」のうち「6.5/7.5GHz帯等可搬型システムの導入」のうち
「400MHz帯災害対策用可搬型無線システムの高度化等に係る技術的条件」

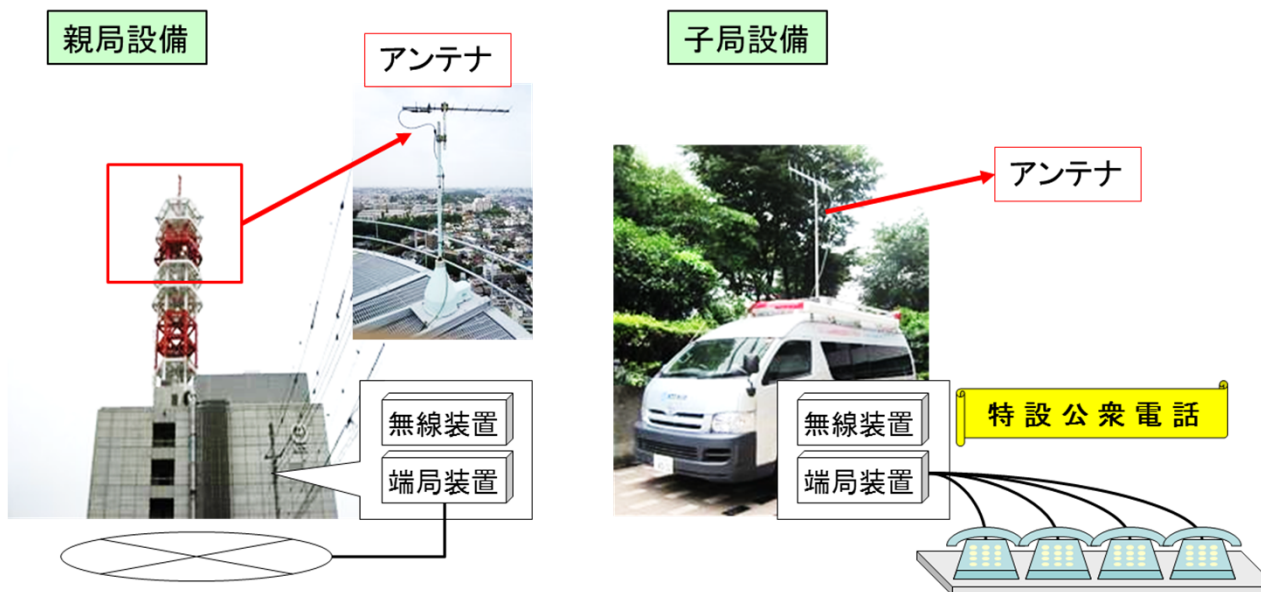
平成28年1月22日
陸上無線通信委員会

400MHz帯災害対策用可搬型無線システムの高度化の概要

検討開始の背景

- 東日本大震災以降、地震をはじめ台風や大雨など甚大な災害が発生しており、災害対策が重要
- 衛星通信システムが災害対策機器として利用されているが、地理的条件や容量に制限
- 様々な無線システムでデジタル化へ移行しており、400MHz帯災害対策用可搬型無線システムにおいてもデジタル化が急務
- デジタル化により、従来の音声通話だけではなく、被災地域におけるデータ通信や災害現場における画像伝送など、幅広く活用できるように周波数を有効利用していくことが重要

< 現行の400MHz帯災害対策用可搬型無線システム >



防災・災害対策用無線システムの現状

	電気通信業務用			公共業務用		
	臨時/災害対策用無線システム	災害対策用無線システム	①災害対策用衛星通信システム	②デジタル同報系防災行政無線システム	③デジタル防災行政無線システム	④公共ブロードバンド
方式	アナログ	アナログ	デジタル	デジタル	デジタル	デジタル
周波数帯	60MHz帯	400MHz帯	Ku帯	60MHz帯	260MHz帯	170~202.5MHz
伝送速度	~3回線	~24回線	~8回線	~45kbps	32kbps	~7Mbps
伝送距離	~50km程度	~数十km程度	衛星通信可能範囲	~10km程度	~10km程度	~20km程度
利用形態	固定、半固定	半固定	半固定	固定	移動、半固定	移動、半固定
用途	音声通話 (特設公衆電話・ 臨時/山間部電話)	音声通話 (特設公衆電話)	音声通話 IP通信	音声通話 FAX, 音声同報 画像(静止画)	音声通話 FAX 画像(静止画)	音声通話 動画 IP通信



電気通信業務用システムの現状

- 山間僻地、離島向け固定無線機として実用化
- 可搬型無線機として、災害時等に避難所へ臨時的に設置して特設公衆電話に活用

<主な活用例>

- 1968年 アナログ400MHz帯無線機1号を山間僻地、離島向け固定無線機として実用化
- 1980年 小型軽量化したアナログ400MHz帯無線機2号を可搬型無線機として実用化
- 1984年 世田谷ケーブル火災
特設公衆電話の提供
- 1995年 阪神淡路大震災
特設公衆電話の提供
- 2008年 洞爺湖サミット
バックアップ回線
- 2011年 東日本大震災
特設公衆電話の提供
- 2013年 埼玉県竜巻被害
特設公衆電話の提供

<防災訓練での利用状況>



埼玉県



神奈川県

特設公衆電話提供

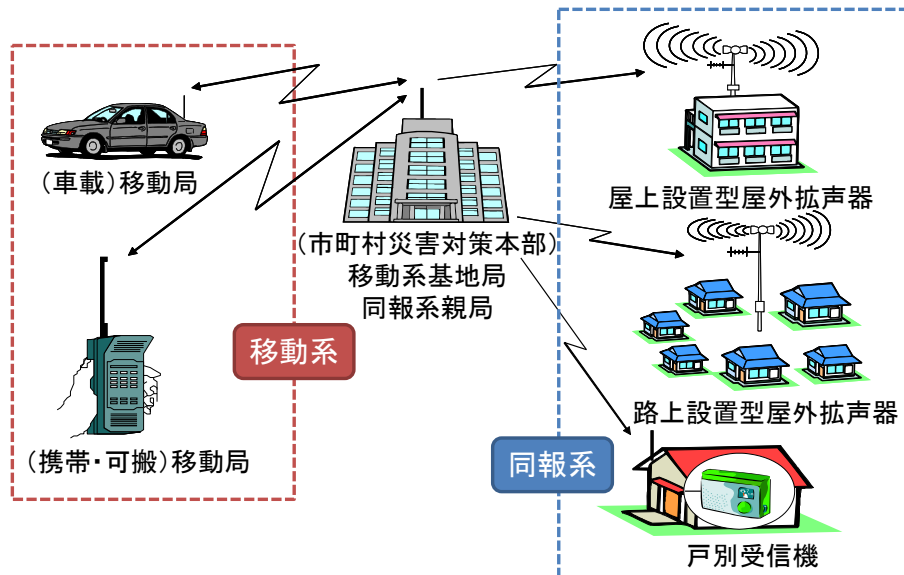


千葉県

公共業務用システムの現状

既存の防災・災害対策用無線システムとして、60MHz帯デジタル同報系防災行政無線システム、260MHz帯デジタル防災行政無線システム及び200MHz帯公共ブロードバンド移動通信システムなどを活用

<防災行政用通信システム>



<公共ブロードバンド移動通信システム>

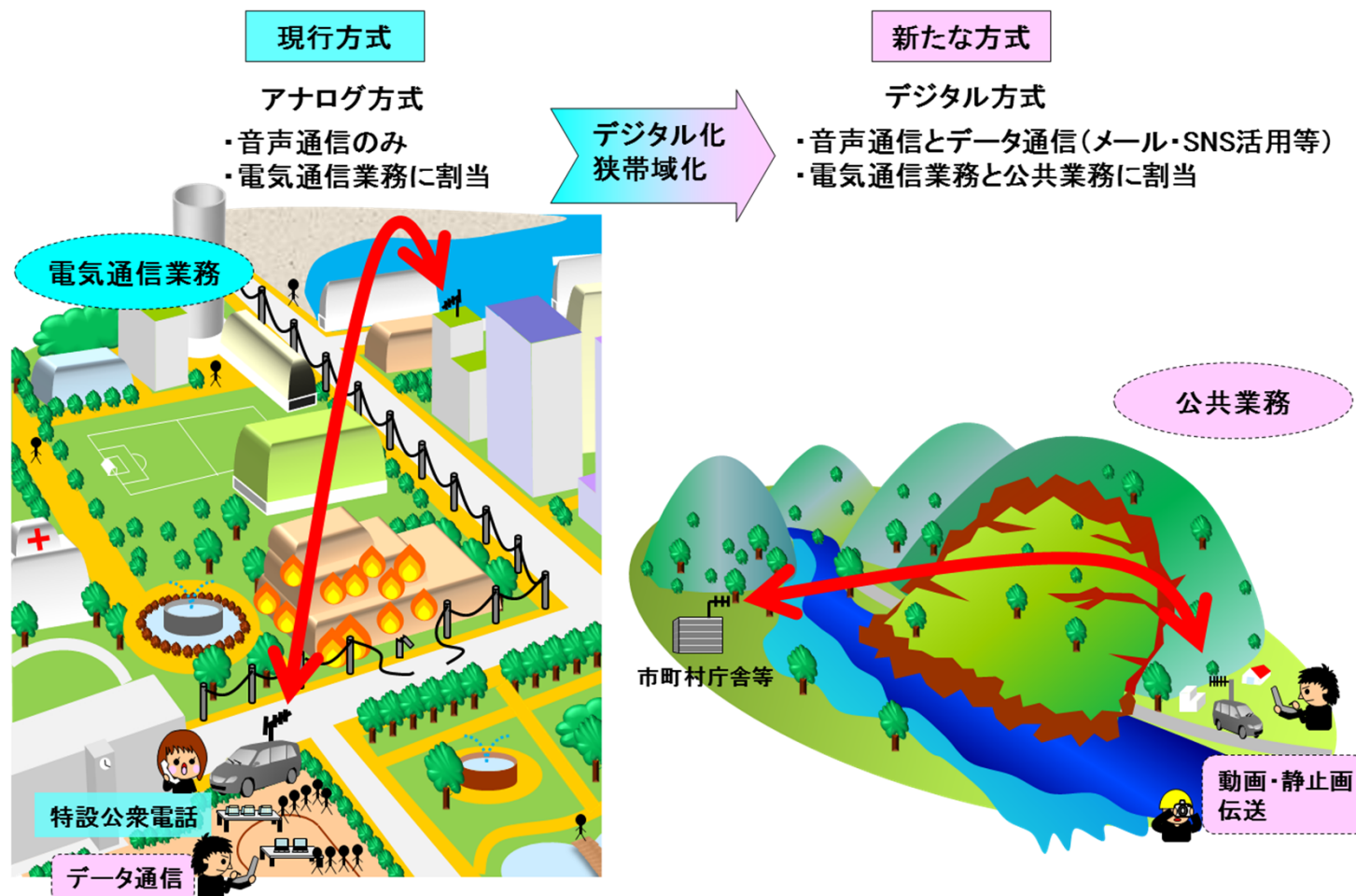


- 60MHz帯デジタル同報系防災行政無線システム及び260MHz帯デジタル防災行政無線システムについては、簡単な文字伝送やFAX等の通信に利用
- 200MHz帯公共ブロードバンド移動通信システムは、災害・事故現場からの映像伝送等の高速データ通信に利用

400MHz帯災害対策用可搬型無線システムの新たな方式

- 「デジタル化」により、音声通信のみならずデータ通信も確保
- 「狭帯域化」により、周波数有効利用向上を図り公共業務用システムとの周波数共有が可能

＜新たな方式への高度化イメージ＞

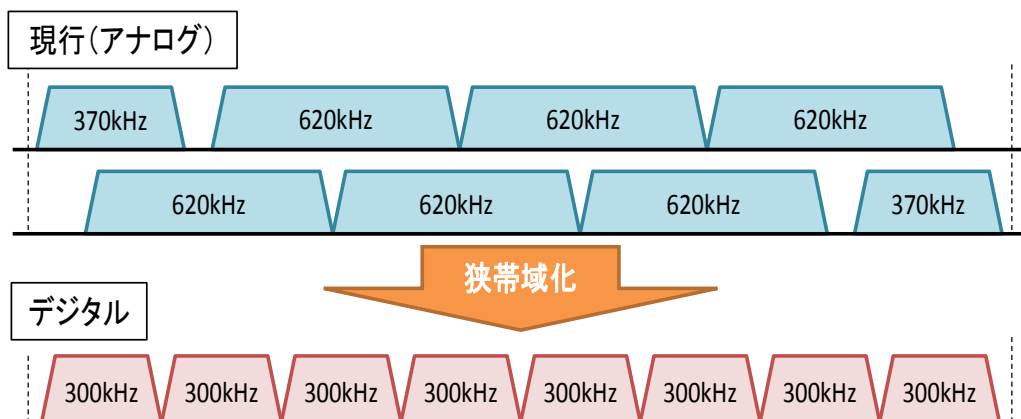


電気通信業務用システムに求められる高度化技術

- 周波数有効利用を押し進める狭帯域化技術
- 多様な伝搬環境に対応する適応変調技術
- 複数台の子局を同時に収容する多元接続技術

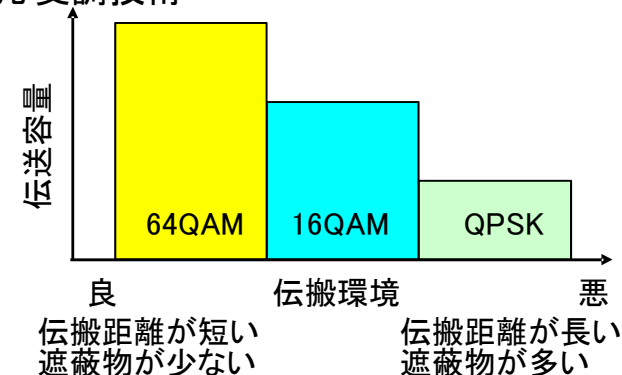
<狭帯域化技術>

より多くのチャンネルを配置して周波数有効利用を押し進めるための、帯域外漏えい電力を抑制する狭帯域化技術



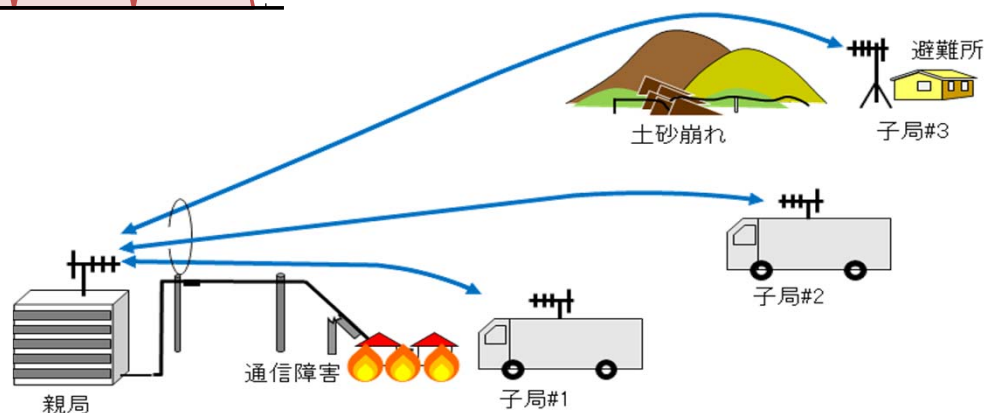
<適応変調技術>

電波の伝搬環境の状態変動を吸収して通信品質を確保するための、変調多値数を自動的に変更する適応変調技術



<多元接続技術>

複数台の子局を同時収容するための、同一周波数の無線チャンネルを時間軸で分割して子局に割り当てるTDMA方式を採用した多元接続技術



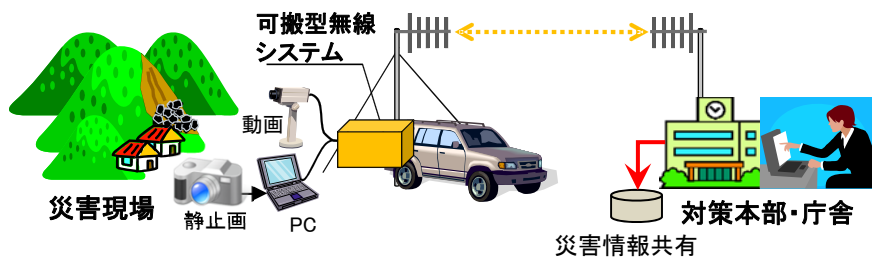
公共業務用システムに求められる利用シーン

東日本大震災で被災した自治体などにヒアリングした結果、新たなニーズが顕在化

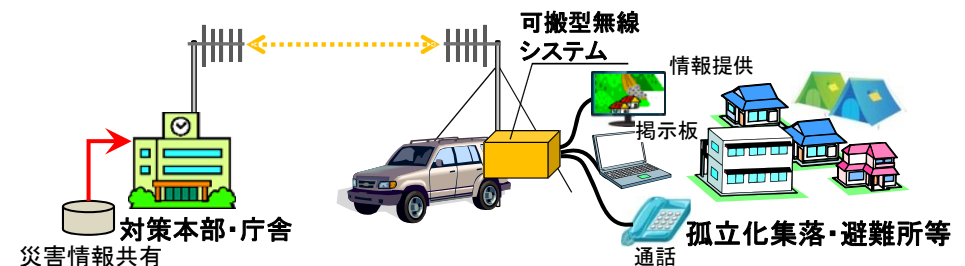
地方公共団体へのヒアリングの結果から得られた要望

- 携帯電話サービスエリア外の災害現場からの動画伝送に期待
- 災害時には現場で録画した動画をテレビ会議システムを用いて情報共有を図っているが、いち早く正確な災害情報を入手するため、現場から動画を送信できるシステムに期待
- 孤立化集落、避難所とのデータ通信回線の確保

シーン1: 災害現場からの動画・静止画伝送
(見通し30km)



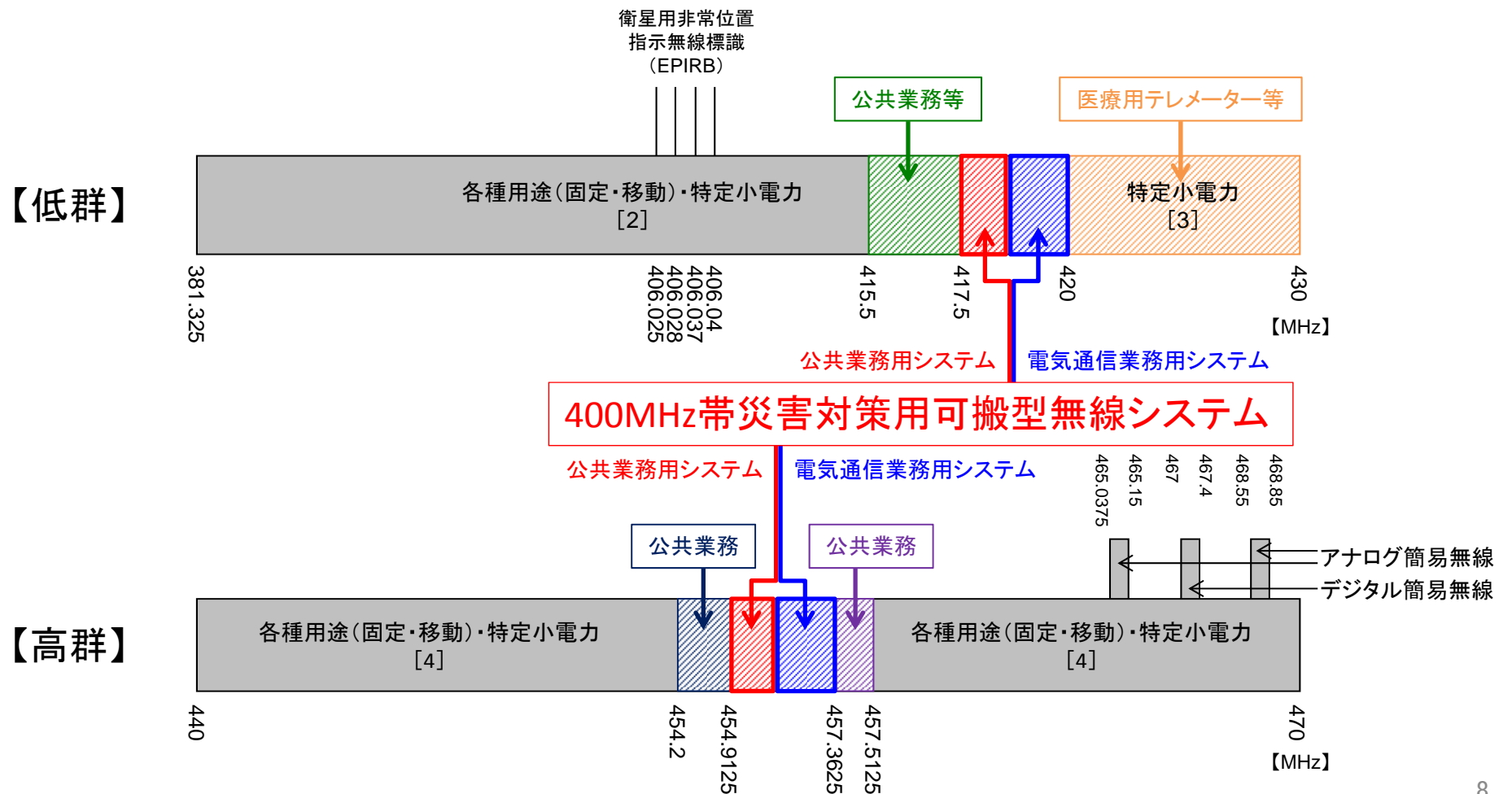
シーン2: 孤立化集落、避難所との一時的なデータ通信回線確保(見通し50km)



周波数の共用検討①

以下の周波数について共用検討を実施

- 電気通信業務用システムと公共業務用システムの相互間の共用検討
- 隣接するシステムとの共用検討



周波数の共用検討②

下記の条件の基づき周波数の共用検討を実施

<共用検討条件>

項目	電気通信業務用システム	公共業務用システム
空中線電力	40W	10W
チャンネル間隔	300kHz / 600kHz	150kHz / 300kHz
占有周波数帯幅	285kHz / 570kHz	125kHz / 250kHz
隣接チャンネル漏えい電力	-37dBc	-37dBc
変調方式	OFDM	64QAM / QPSK
標準受信入力	-86dBm	-70dBm
干渉検討の品質条件	パケットロス率 = 1×10^{-3}	BER = 1×10^{-4}
所要D/Uの判定基準	-30dB (災害発生時に限定地域で一時的に使用されることを考慮)	

周波数の共用検討結果

電気通信業務用システムと公共業務用システムの相互間及び隣接するシステムとの周波数共用検討を実施した結果、いずれの組合せでも共用可能

< 共用検討結果 >

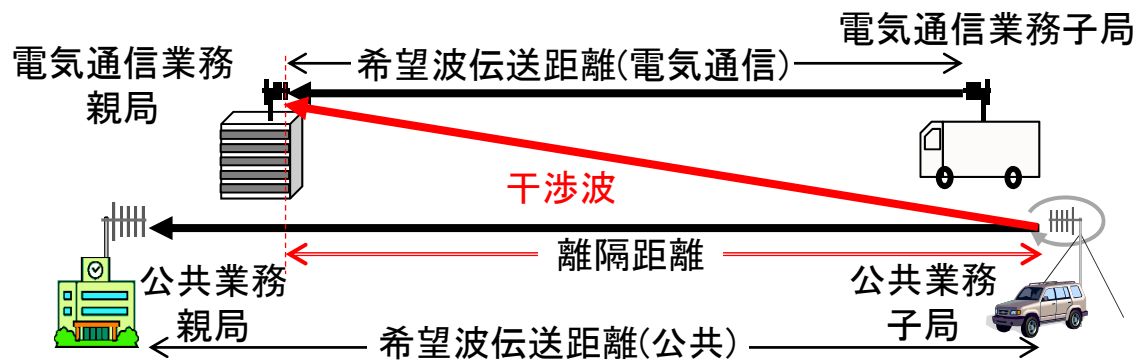
	下側隣接バンド		バンド内			上側隣接バンド	
	隣接システム		下側		上側	隣接システム	
低群	公共業務	③ 共用可能 (免許人と合意) 条件: 1m以上の離隔距離を確保	公共業務用システム	① 共用可能 条件: 4.5km以上の離隔距離を確保し、さらに、混信防止機能を具備することで条件緩和	電気通信業務用システム	④ 共用可能 干渉検討結果に加え、実運用上の条件により共用可能	小電力業務 (医療用テレメーター)
高群	公共業務	⑤ 共用可能 (免許人と合意) 条件: 810m以上の離隔距離を確保				⑥ 共用可能 干渉発生確率は極めて低い	公共業務 (狭帯域デジタル等)

電気通信業務用システムと公共業務用システムの相互間の共用検討(バンド内 ①)

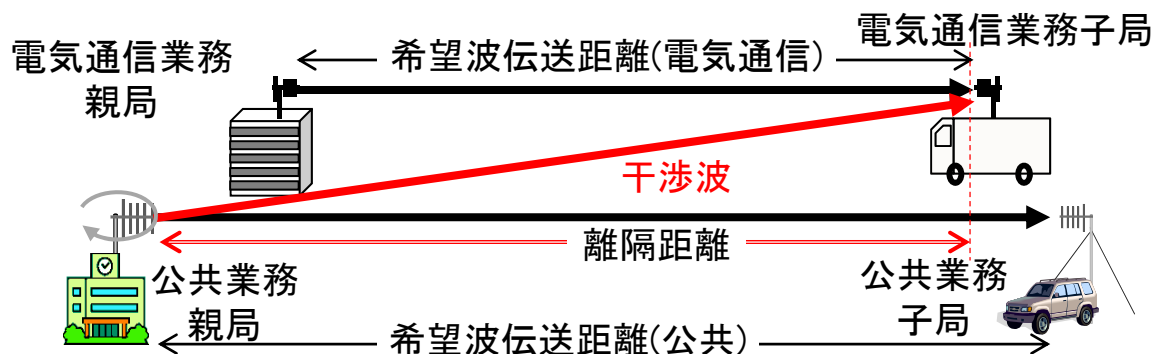
- 電気通信業務用システムと公共業務用システムを隣接チャンネルで利用する場合は離隔距離が約4.5km必要
- 実際は混信防止機能を具備することで共用可能

<共用検討モデル例>

●上り回線(高群)公共業務から電気通信業務への干渉



●下り回線(低群)公共業務から電気通信業務への干渉



<検討条件>

項目		電気通信業務用設備	公共業務用設備
無線	上り回線	455.4MHz	455.1MHz
	下り回線	418.0MHz	417.7MHz
周波数			
親局高		20m	20m
子局高		10m	10m
送信出力		46dBm	40dBm
給電線損失		3dB	3dB
共用器損失		0dB	1.5dB
送信空中線利得		12dBi	12dBi
受信空中線利得		12dBi	12dBi
周波数共用条件		D/U = -30dB	
離隔距離		上り回線 : 4.54km 下り回線 : 4.55km	

干渉波の離隔距離の算出に用いた2波モデル¹

$$L(d) = 10 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda}{2\pi d} \right)^2 \sin^2 \left(\frac{\Delta\phi}{2} \right) \right] \quad \Delta\phi = \frac{4\pi h_t h_r}{\lambda d}$$

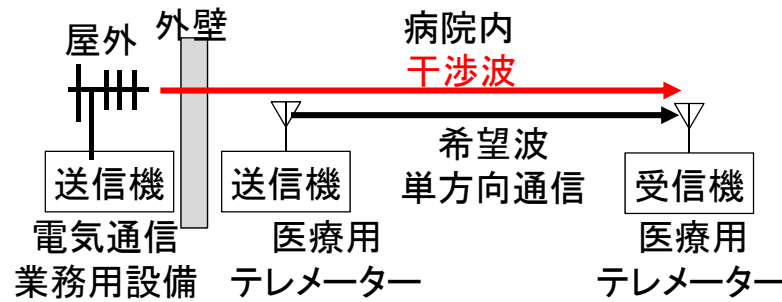
ここでλ:波長(m), d:送受信距離(m), h_t:送信空中線高(m), h_r:受信空中線高(m)

¹電波伝搬ハンドブック(細矢良雄監修1999リアライズ社)

低群上側隣接バンドの隣接システムとの共用検討(低群上側隣接バンド ©)①

- 電気通信業務用設備と医療用テレメーターを同じ位置に設置し、空中線を正対させる最悪条件
- 受信電力D/Uが11.4dBとなり、医療用テレメーターのC/N 9.5dBを満足

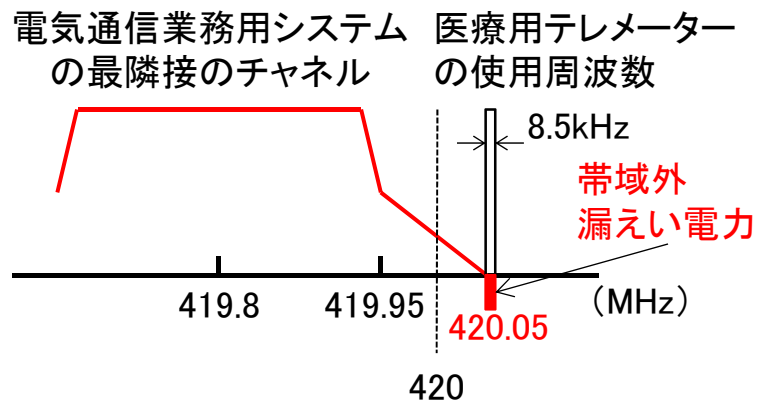
<検討モデル>



<検討条件>

設備	項目	数値	単位	備考
電気通信業務用設備	帯域外漏えい電力	-13.7	dBm	8.5kHz帯域
	給電線損失	3	dB	
	空中線利得	12	dBi	
	干渉波電力	-4.7	dBm	EIRP
	外壁の透過損失	4.6	dB	外壁材としてALCを想定 [※]
医療用テレメーター	送信電力	0	dBm	ARIB STD-21
	占有周波数帯幅	8.5	kHz	ARIB STD-21
	給電線損失	0	dBm	
	空中線利得	2.14	dBi	ARIB STD-21
	希望波電力	2.14	dBm	EIRP
受信電力D/U		11.4	dB	
理論C/N		9.5	dB	2値FSK、BER=1×10 ⁻² (誤り訂正前) (ARIB STD-21)、 遅延検波
干渉マージン		1.9	dB	

<低群周波数>

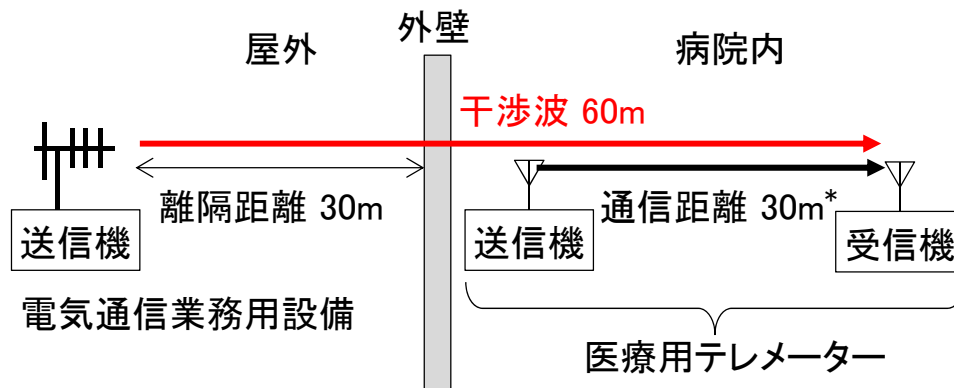


※進士「無線通信の電波伝搬」,P.241 (社)電子情報通信学会 1992年2月

低群上側隣接バンドの隣接システムとの共用検討(低群上側隣接バンド ㉟)②

- 電気通信業務用設備と医療用テレメータ-送信機との離隔距離が医療用テレメータ-の通信距離と同程度(約6dBの改善)
 - 電気通信業務用設備空中線を正対方向からの方位角差45度以上(約10dB以上の改善)
- 上記の運用条件から約16dB以上のマ-ジ-ンが得られ、干渉マ-ジ-ン1.9dBと合わせて約18dB以上のマ-ジ-ンの確保が期待できるため共用可能

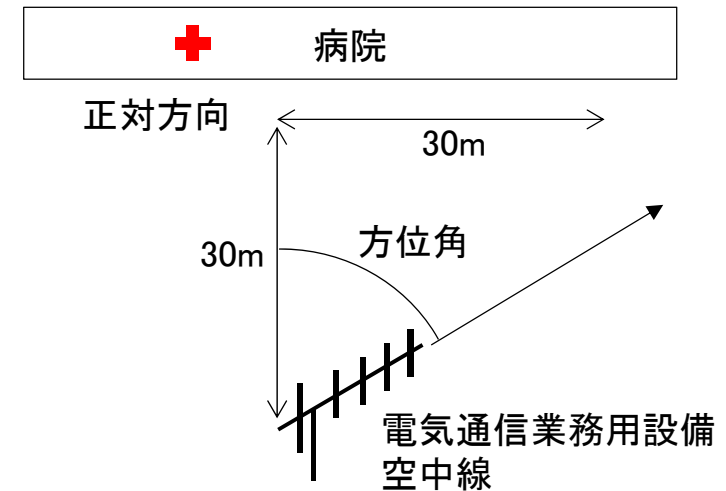
<離隔距離の例>



* 「小電力医用テレメータ-の運用規定」規格EIAJ AE-5201A

離隔距離により約6dBの改善

<方位角の例>



方位角により約10dB以上の改善

合計のマ-ジ-ン $1.9\text{dB} + 6\text{dB} + 10\text{dB} \doteq 18\text{dB}$

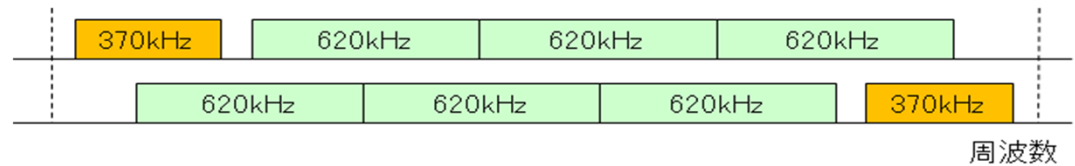
※方位角を約60度ずらすことで20dBのマ-ジ-ン確保可能である等、運用により更にマ-ジ-ンの確保が可能

周波数配置の検討①

- 首都直下地震(*1)及び南海トラフ地震(*2)を想定すると、避難所が広範囲に分布
- チャンネル相互の干渉を回避するためには、現行方式と同等程度のチャンネル数が必要

＜現行方式のチャンネル配置例＞

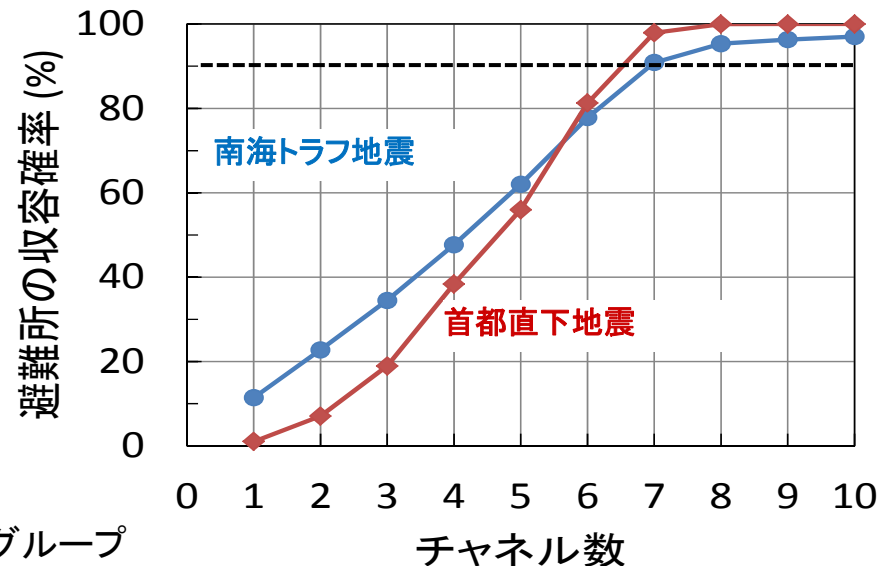
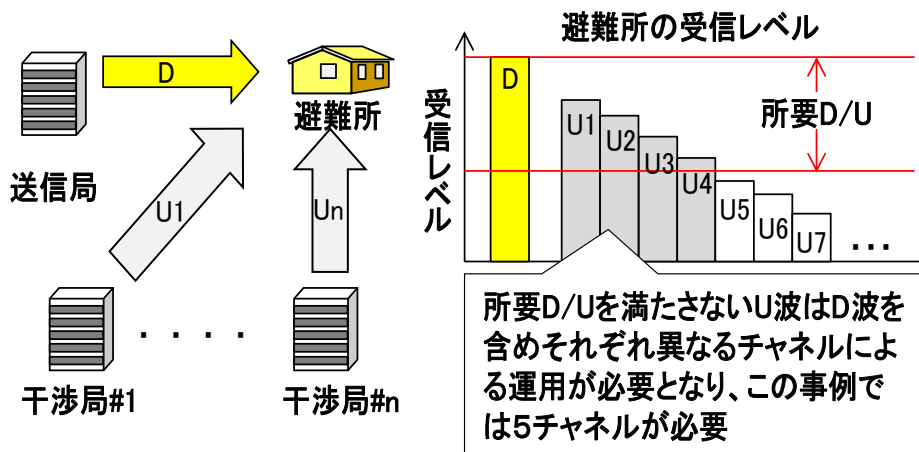
インターリーブ的に配置して7～8チャンネルにて活用
重なるチャンネル同士が干渉する機会を減らして運用



周波数

＜必要チャンネル数の計算機シミュレーション＞

計算機シミュレーションの結果、90%以上の避難所を収容するためには7チャンネルが必要



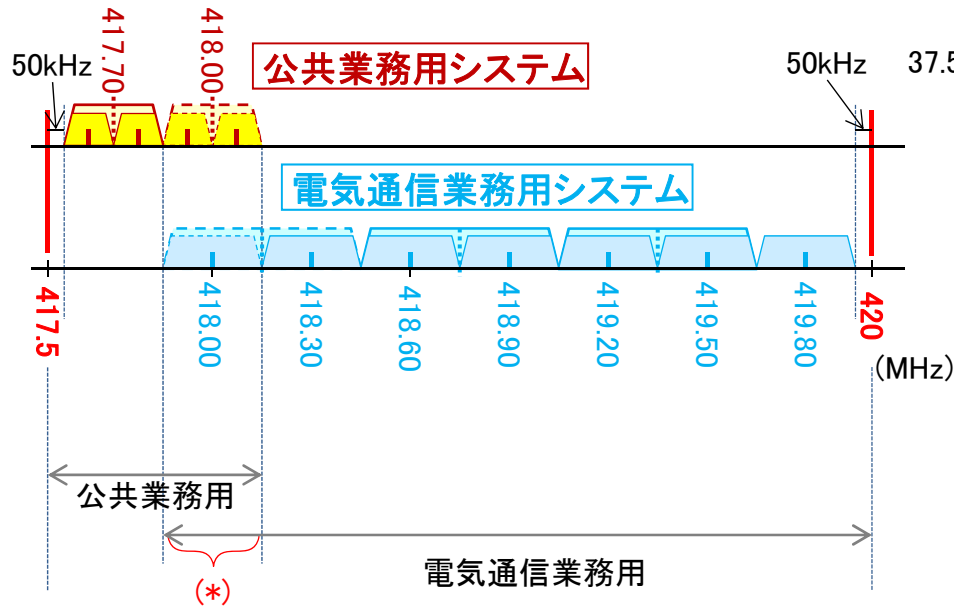
(*1) 内閣府中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループ

(*2) 内閣府中央防災会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ

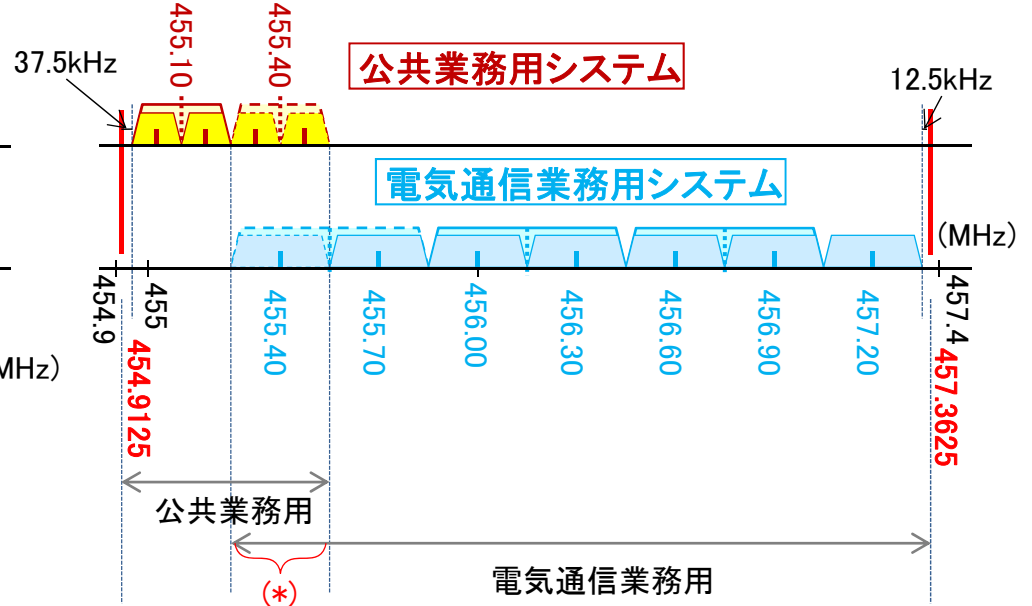
周波数配置の検討②

周波数共用検討並びに想定される首都直下地震及び南海トラフ地震等の広域災害で通信回線を確保することを考慮し、周波数配置について検討

<低群: 417.5~420.0 MHz (2.50MHz幅)>



<高群: 454.9125~457.3625MHz (2.45MHz幅)>



電気通信業務用ch	300kHz ch	600kHz ch
公共業務用ch	150kHz ch	300kHz ch

(*)内閣府指定の首都直下地震緊急対策区域及び南海トラフ地震津波避難対策特別強化地域である都県(以下に示す)については、当該周波数を電気通信業務用システムが使用し、それ以外の地域では公共業務用システムが使用可能
 (茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県、長野県、静岡県、愛知県、三重県、兵庫県、和歌山県、徳島県、愛媛県、高知県、大分県、宮崎県、鹿児島県)

電気通信業務用無線設備の技術的条件の概要

高度化した電気通信業務用無線設備の技術的条件を提示
この技術的条件は、400MHz帯の電気通信業務用システムの親局及び子局
に対して適用することが妥当

項目	技術的条件		備考
無線周波数帯	低群: 417.5000~420.0000MHz 高群: 454.9125~457.3625MHz		周波数割当計画通り
通信方式	FDD		現行方式通り
多元接続方式	TDMA		
変調方式	OFDM		
空中線電力	40 W 以下		
空中線電力の許容偏差	+20 %, -50 %		無線設備規則第14条
送信空中線の絶対利得	12dBi 以下		
キャリア周波数間隔	300 kHz	600 kHz	
占有周波数帯幅	285 kHz 以下	570 kHz 以下	
周波数の許容偏差	±3 ppm 以下		【基地局】 無線設備規則第5条別表第1号の6.2(4)エ(イ) 【陸上移動局】 無線設備規則第5条別表第1号の6.3(3)エ(イ)
帯域外領域における スプリアス発射の強度	1 mW 以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より 60 dB低い値		無線設備規則第7条別表3号の4項
スプリアス領域における 不要発射の強度	基本周波数の搬送波電力より 60 dB 低い値		
副次的に発する電波等の強度	4 nW 以下		無線設備規則第24条
受信感度	-100.0 dBm 以下	-97.0 dBm 以下	パケットロス率=1×10 ⁻³ (固定劣化及び誤り訂正改善量含む)
隣接チャンネル漏えい電力	-37 dBc 以下		隣接チャンネルの中心から占有周波数帯幅で測定
混信防止機能	他の無線局への干渉を防止するための機能を有すること		

公共業務用無線設備の技術的条件の概要

公共業務用無線設備の技術的条件を以下に提示
 この技術的条件は、400MHz帯の公共業務用システムの親局及び子局に対して新たに追加することが適当

項目	技術的条件		備考
無線周波数帯	低群: 417.5000~420.0000MHz 高群: 454.9125~457.3625MHz		周波数割当計画通り
通信方式	FDD		
多元接続方式	TDMA		
変調方式	QPSK、16QAM、64QAM		
空中線電力	10W以下		
空中線電力の許容偏差	+20%, -50%		無線設備規則第14条
送信空中線の絶対利得	12dBi 以下		
キャリア周波数間隔	150 kHz	300 kHz	
占有周波数帯幅	125 kHz 以下	250 kHz 以下	
周波数の許容偏差	±3 ppm 以下		【基地局】 無線設備規則第5条別表第1号の6.2(4)エ(イ) 【陸上移動局】 無線設備規則第5条別表第1号の6.3(3)エ(イ)
帯域外領域における スプリアス発射の強度	25 μW以下		無線設備規則第7条別表3号の4項
スプリアス領域における 不要発射の強度	25 μW以下		
副次的に発する電波等の強度	4 nW 以下		無線設備規則第24条
受信感度	-102.6dBm以下	-99.6dBm以下	BER=1×10 ⁻⁴ 、QPSK(固定劣化及び誤り訂正改善量含む)
隣接チャンネル漏えい電力	-37 dBc 以下		隣接チャンネルの中心から占有周波数帯幅で測定
混信防止機能	他の無線局への干渉を防止するための機能を有すること		

(参考資料) 検討経過

① 委員会

○ 第23回陸上無線通信委員会(平成27年6月11日)

- 「400MHz帯災害対策用可搬型無線システムの高度化等に係る技術的条件」に関し、委員会の運営方針について検討
- 検討の促進を図るため、作業班を設置

○ 第25回陸上無線通信委員会(平成27年11月19日)

- 委員会報告(案)とりまとめ

○ 第27回陸上無線通信委員会(平成27年12月28日)

- 委員会報告とりまとめ

② 作業班

○ 第1回作業班(平成27年6月22日)

- 400MHz帯災害対策用可搬型無線システムの概要について

○ 第2回作業班(平成27年9月1日)

- 400MHz帯災害対策用可搬型無線システムの高度化に係る周波数共用条件及び技術的条件について検討

○ 第3回作業班(平成27年10月22日)

- 技術的条件を含め、作業班報告書とりまとめ

(参考資料) 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 構成員名簿(敬称略)

氏名	所属
主査委員 安藤 真	東京工業大学 理事・副学長(研究担当) 産学連携推進本部長
主査代理専門委員 矢野 博之	国立研究開発法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 研究所長
専門委員 飯塚 留美	一般財団法人マルチメディア振興センター 電波利用調査部 研究主幹
〃 伊藤 数子	特定非営利活動法人STAND 代表理事
〃 大寺 廣幸	一般社団法人日本民間放送連盟 常勤顧問
〃 小笠原 守	日本電信電話株式会社 技術企画部門 電波室長
〃 加治佐 俊一	日本マイクロソフト株式会社 兼 マイクロソフトディベロップメント株式会社 技術顧問
〃 川嶋 弘尚	慶應義塾大学 名誉教授
〃 菊井 勉	一般社団法人全国陸上無線協会 常務理事・事務局長
〃 河野 隆二	横浜国立大学大学院 工学研究院 教授 兼 同大学未来情報通信医療社会基盤センター長
〃 小林 久美子	日本無線株式会社 研究所 ネットワークフロンティア チームリーダー
〃 斉藤 知弘	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部長 (～第23回)
〃 中原 俊二	日本放送協会 放送技術研究所 伝送システム研究部長 (第24回～)
〃 玉眞 博義	一般社団法人日本アマチュア無線連盟 専務理事
〃 本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
〃 松尾 綾子	株式会社東芝 研究開発センター 研究主務
〃 三谷 政昭	東京電機大学 工学部情報通信工学科 教授
委員 森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
専門委員 矢野 由紀子	日本電気株式会社 クラウドシステム研究所 シニアエキスパート
〃 若尾 正義	元 一般社団法人電波産業会 専務理事

(参考資料) 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
400MHz帯災害対策用可搬型無線システム作業班 構成員名簿(敬称略)

氏名	所属
主任 三谷 政昭	東京電機大学 工学部 情報通信工学科 教授
伊藤 泰成	KDDI株式会社 電波部 企画・制度グループ マネージャー
岩本 宏	日本電気株式会社 消防・防災ソリューション事業部 シニアエキスパート
牛丸 今男	株式会社富士通ゼネラル 情報通信ネットワーク事業部 技師長
江場 健司	電気事業連合会 情報通信部 副部長 (第1回)
相川 和則	電気事業連合会 情報通信部 副部長 (第2回～)
江原 真一郎	消防庁 国民保護・防災部 防災課 防災情報室 課長補佐
小竹 信幸	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 企画・技術部門 技術グループ 担当部長
小山 祐一	ソフトバンクモバイル株式会社 技術統括 アクセスソリューション本部 アクセス工事企画部 部長
加藤 数衛	株式会社日立国際電気 映像・通信事業部 技師長
金澤 昌幸	一般社団法人電波産業会 研究開発本部 固定通信グループ 担当部長
川瀬 克行	パナソニックシステムネットワークス株式会社 インフラシステム事業部 無線通信システム部 無線システム課 主幹
岸 博之	東京都 総務局 総合防災部 防災通信課 無線係 統括課長代理
酒井 浩介	株式会社ユビテック ユビキタス研究所 主幹
谷澤 正彦	日本無線株式会社 ソリューション事業部 ソリューション技術部 部長
中村 宏之	日本電信電話株式会社 アクセスサービスシステム研究所 無線エントランスプロジェクト 主幹研究員
橋本 昌史	警察庁 情報通信局 通信施設課 課長補佐
平川 洋	国土交通省 大臣官房 技術調査課 電気通信室 課長補佐
守山 栄松	国立研究開発法人情報通信研究機構 電磁波計測研究所 企画室 参事
山崎 高日子	三菱電機株式会社 通信システムエンジニアリングセンター 技術担当部長