

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帯可搬型システムの導入」及び「11/15/18GHz帯等固定通信シ
ステム及び22/26/38GHz帯FWAシステムの高度化」のうち「5.8GHz～7.5GHz
帯固定通信システムの高度化に係る技術的条件」

平成27年6月16日

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

基幹系無線システムの現状

固定通信システム

○1950年代に、電力保安通信用回線や中継回線として利用が開始されて以降、電気通信業務用や公共業務用等で基幹ネットワークを構成する主要技術として位置付け

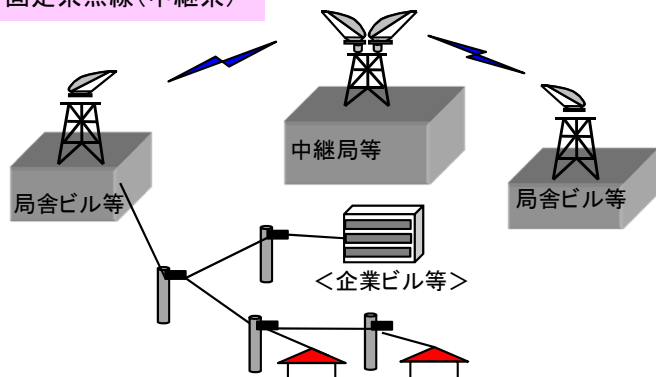
→通信需要の増大に対応するため、利用周波数帯の拡大やデジタル化による大容量化が進展

○5.8～6.9/7.5GHz帯は雨や霧の影響が少なく、比較的安定した電波伝搬が可能

→10GHz帯以上のシステムに比べ通信距離の確保に優位性があり、中距離程度の無線中継回線の構築に利用

近年、基幹ネットワーク等において光ファイバーへの置き換えが進展する中、光ファイバーの敷設が困難な場所等における補完や移動通信システム基地局等のネットワーク構成要素を高密度に設置する技術としてのニーズが増加

固定系無線(中継系)



固定系無線(携帯基地局エントランス)

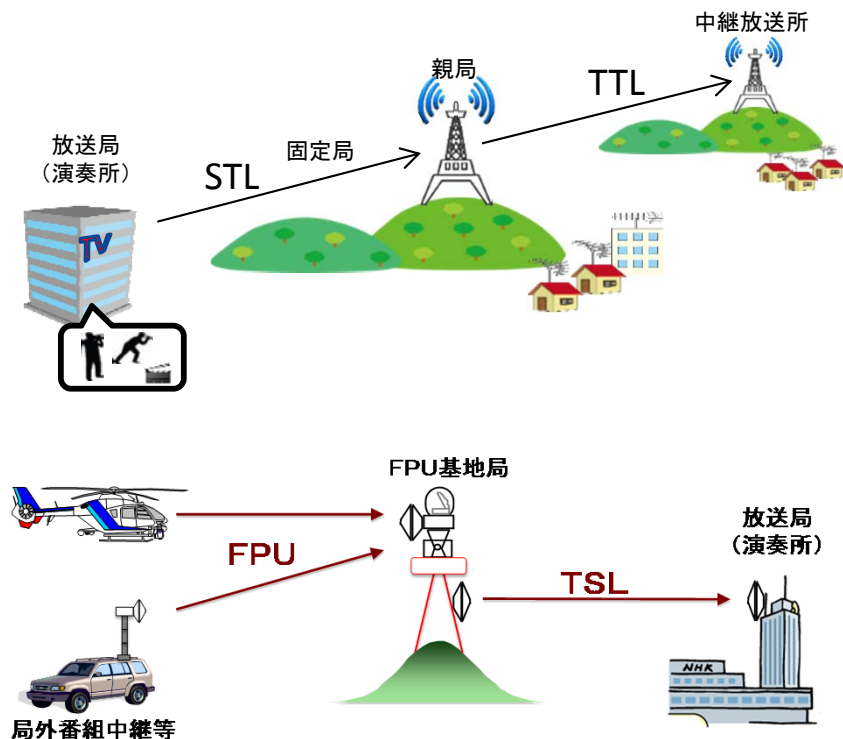
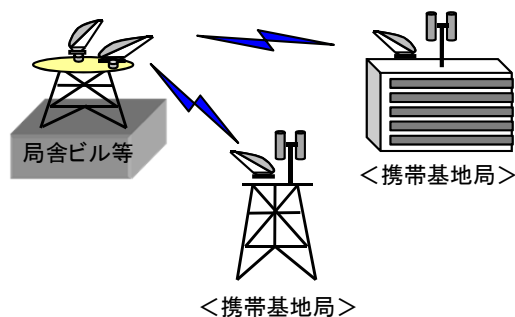


図1 基幹系無線システムの展開イメージ

○ 周波数の利用ニーズに応じて、基幹系無線システムの使用する周波数帯を割当て

- ✓ 6.5/7.5GHz帯では、公共業務用として人命及び財産の保護、治安の維持、気象通報その他これに準ずる業務遂行のため、警察、水防道路、防災行政、電気事業、海上保安、航空保安、気象、消防等の分野で使用。
- ✓ 6GHz帯及び6.5/7.5GHz帯では、電気通信業務用として中継回線や携帯電話等の基地局エントランスに使用。
- ✓ 5.8/6.4/6.9GHz帯では、放送事業用としてスタジオから送信所及び中継局まで放送番組を伝送する固定無線回線(STL/TTL)、取材現場から放送局まで番組素材を伝送する固定無線回線(TSL)並びに取材現場から放送局のスタジオまで番組素材を伝送する移動無線回線(FPU)に使用。

利用業務	5.8GHz	6GHz	6.4GHz	6.5GHz	6.9GHz	7.5GHz
電気通信		○		○		○
公共				○		○
一般				○		○
放送 (STL/TTL/TSL)	○		○	○	○	○
放送 (FPU)	○		○		○	

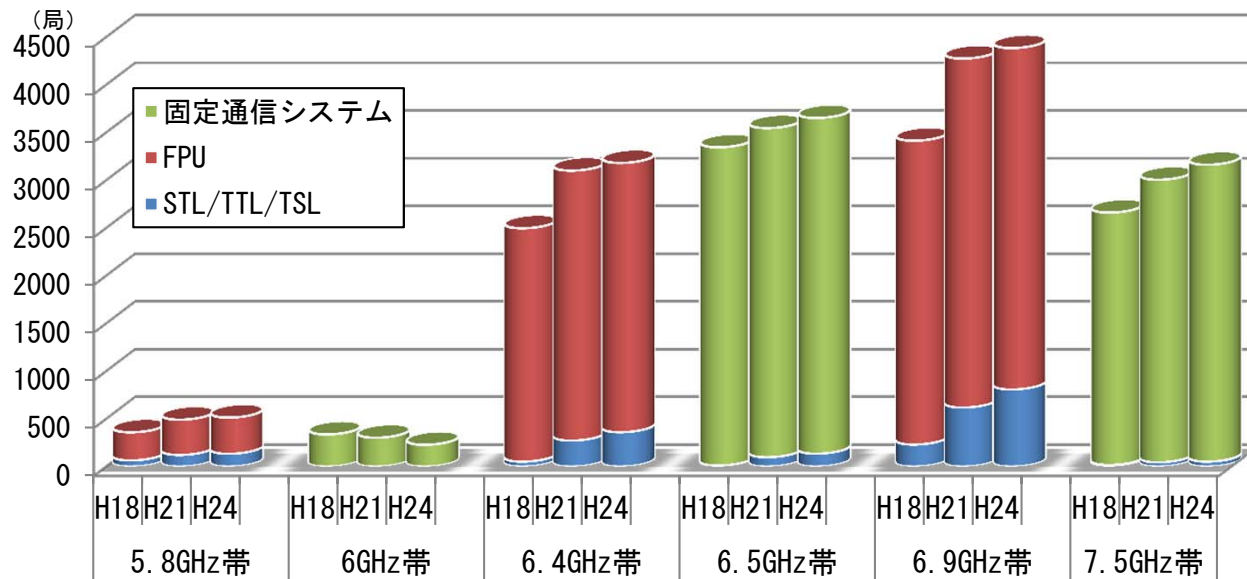
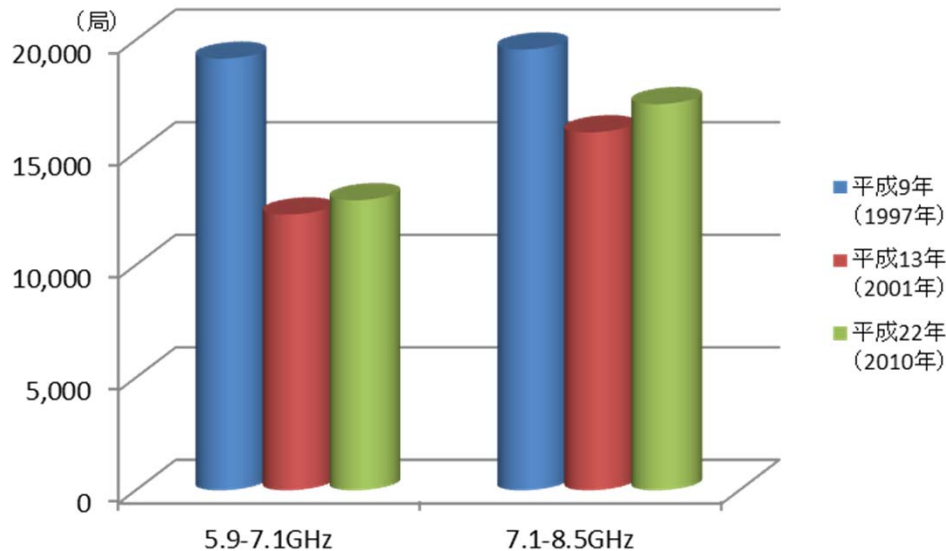


図2 我が国における5.8～6.9/7.5GHz帯無線通信システム無線局数の推移

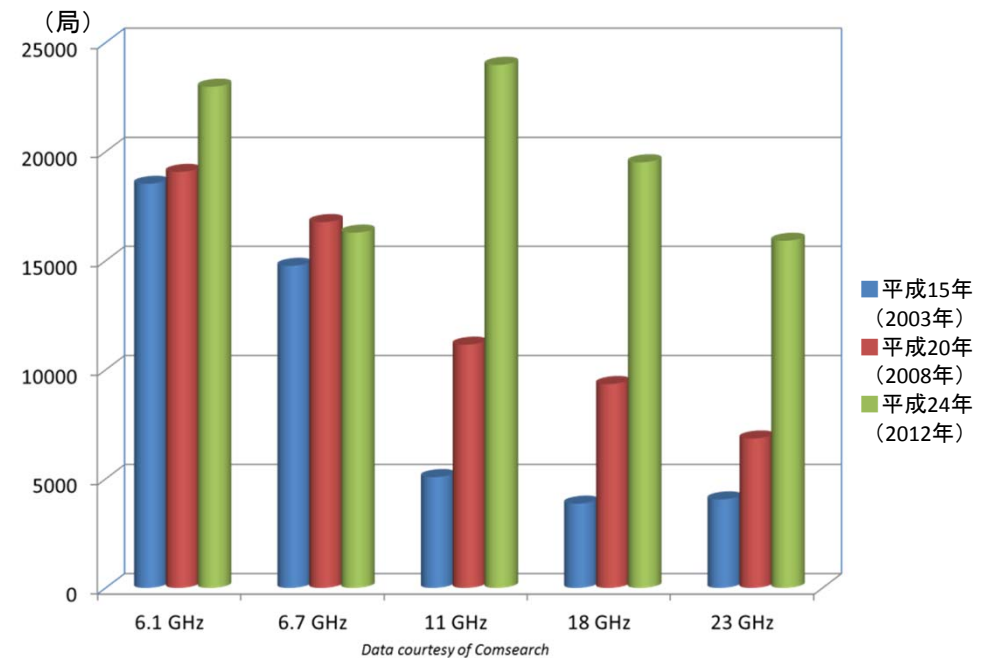
○ 欧米でも、基幹系無線システムの役割として、固定電話サービスの基幹ネットワークに主要な構成要素から光ファイバーの敷設が困難な地域への通信回線や移動通信システムのバックホール回線等へ変化

- ✓ 欧州域内19カ国では、光ファイバーの代替技術として移動通信システム等のネットワーク構築に利用する需要が拡大。平成13年(2001年)以降、基幹系無線システムの無線局数は微増
- ✓ 米国では、移動通信システムや州政府等が整備する公共業務用の陸上無線通信(LMR: Land Mobile Radio)のバックホール等への需要拡大やネットワークIP化に向けた設備更新等による無線局数が増加



出典: ECC Report 173 (Fixed Service in Europe / Current use and future trends post 2011)

図3 欧州における基幹系無線システム等の無線局数の推移



Data courtesy of Comsearch

出典: ITU-R WP5C—Preliminary draft new ITU-R Report on fixed service use and future trends

図4 米国における基幹系無線システム等の無線局数の推移

○新たな技術の導入によって、他無線システムへの干渉を回避しつつ、より高い伝送容量を実現

高次多値変調技術の導入

- ✓ 現行の規定値で回線設計を行うことによって、他システムと共存を図りつつ回線品質を維持
- ✓ 伝搬環境の状況に応じて変調多値数を変える適応変調技術や空中線電力を変える自動送信電力制御技術を導入

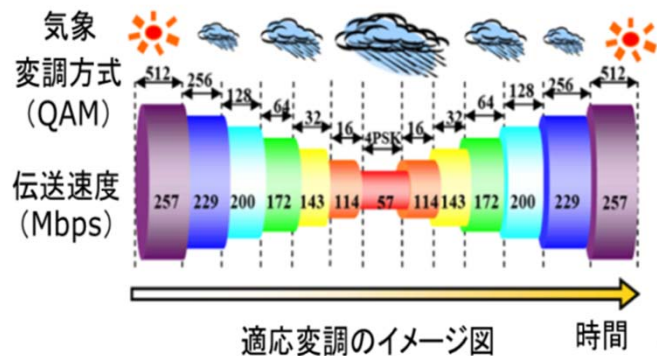


図5 高次多値変調技術と適応変調技術の導入時におけるイメージ

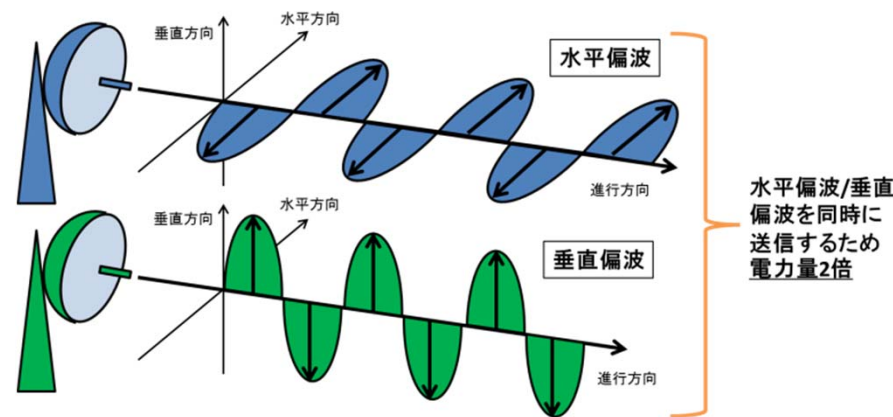
将来におけるOFDM※導入への対応

- ✓ 将来におけるOFDMの導入に備えた所要の制度整備によって、円滑な導入を実現

※ Orthogonal Frequency Division Multiplexing : 直交周波数分割多重方式

偏波多重方式の導入

- ✓ 固定通信システムでは、免許時に電力量の増加に伴う干渉検討を実施することで共存可能



他無線システムへの干渉を回避するための方策が必要

干渉検討によって、**電力量が増加した場合に共存可能であることを確認することが必要**

図6 偏波多重方式の導入時における干渉回避方策

○新たな技術の導入によって、他無線システムへの干渉を回避しつつ、より高い伝送容量を実現

非再生中継方式の変調方式の見直し

- ✓ 光ネットワーク経由よりもP2P形式の無線中継方式の方が、データ伝送の遅延量を削減することが可能
- ✓ 変調技術の向上により、回線品質を確保しながら変調度が上がる変調方式を追加
- ✓ 現在は主に超高速取引が進む市場間接続での利用が想定されており、将来的には、リアルタイム性を要する遠隔治療や電力網制御などへの拡大も見込まれる

小型化された可搬型システム

- ✓ 設置場所の状況を選ばず、回線構築が可能

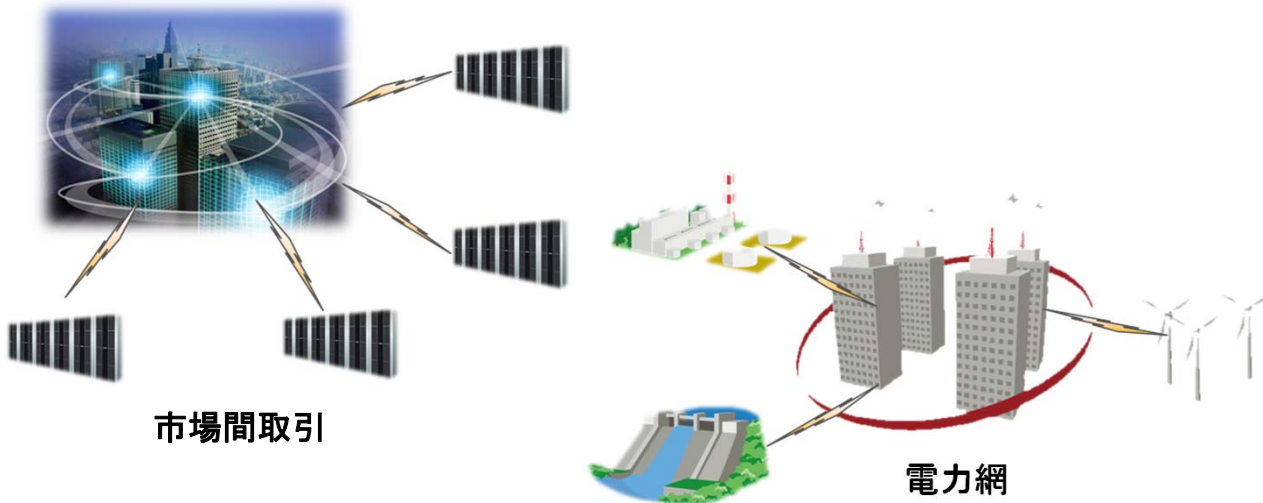


図7 低遅延無線回線の利用イメージ



図8 小型化された可搬型システム

○ 回線品質を維持しつつ、伝送容量の大容量化や十分な伝搬距離の確保を実現

- ✓ 現行基準以上の多値変調技術や偏波多重方式の導入によって、周波数利用効率の向上や伝送容量の大容量化を実現
- ✓ 適応変調技術や自動送信電力制御技術の導入によって、海面や水田・休耕田における反射波の変動に伴う伝搬環境の劣化などに起因する通信遮断時間の増加を低減

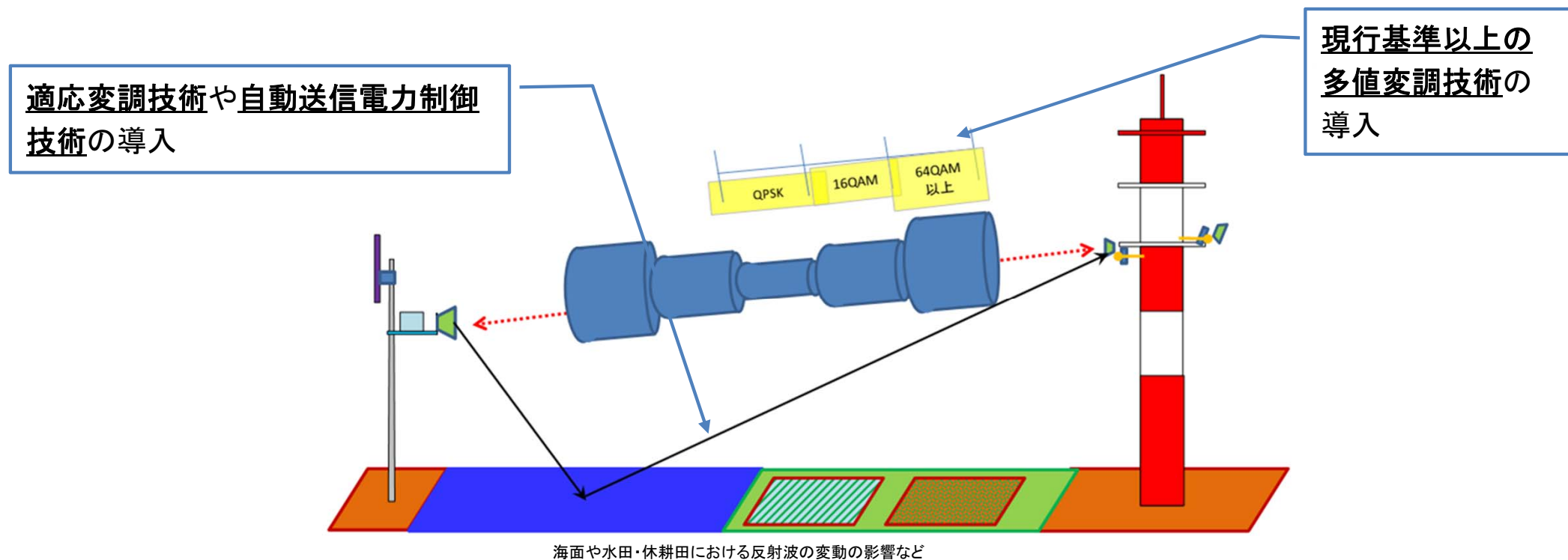


図9 高度化された基幹系無線システムの運用イメージ

○新たな技術の導入による高度化と併せて、無線利用技術の進展等に応じた運用面・制度面の見直しが必要

占有周波数帯幅の規定方法の見直し

- ✓ 技術水準の進展に応じて占有周波数帯幅の許容値をクロック周波数及びロールオフ率による計算式に見直し、さらなる大容量化を実現

周波数許容偏差の見直し

- ✓ 実現性が確保できる範囲内で規定を見直し

可搬型無線システムの導入

- ✓ 6.5/7.5GHz帯に災害発生時に代替・応急用として設置可能となる可搬型無線システムの導入

放送事業用帯域での共用

- ✓ 5.8/6.4/6.9GHz帯の放送事業用で利用されている帯域に、電気通信業務用固定通信システムを導入

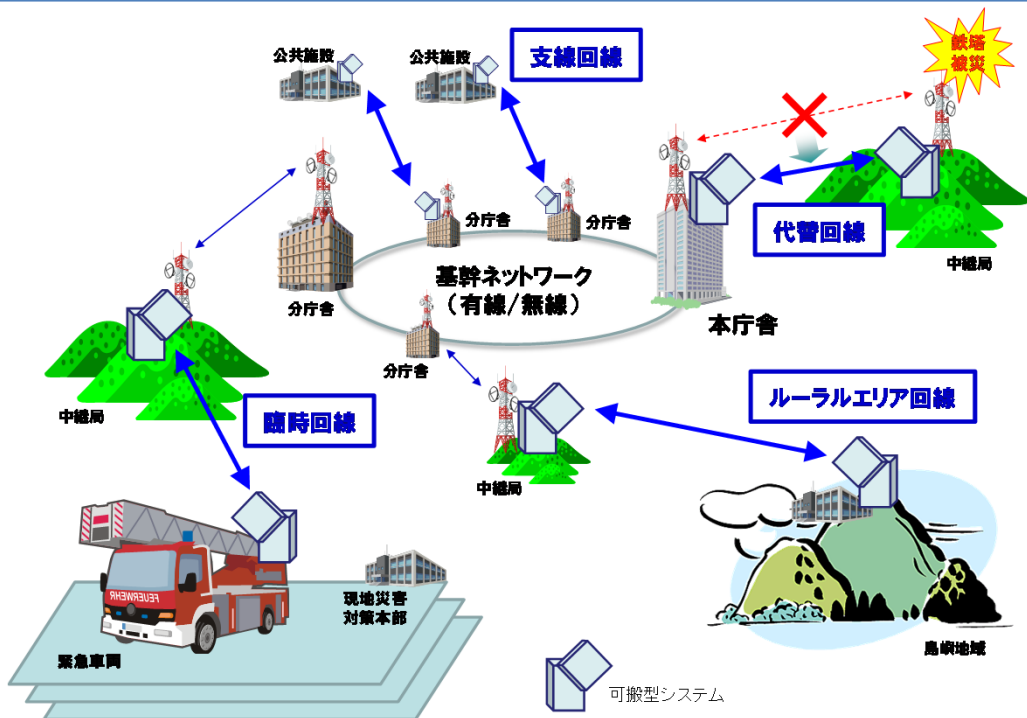


図10 可搬型システムの運用イメージ

CH番号	周波数	
	低群	高群
①	5906 MHz(Bバンド)	6891 MHz(Dバンド)
②	6552 MHz(Cバンド)	6927 MHz(Dバンド)

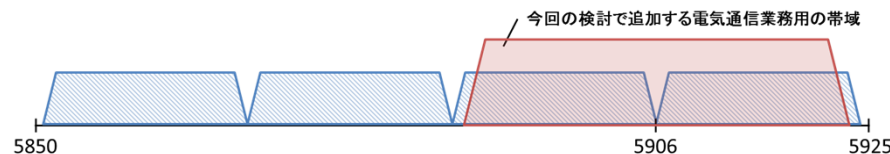


図11 電気通信業務用システムの導入例(5.8GHz帯)

基幹系無線システムの高度化に向けた主な検討項目

項番	検討項目	5.8GHz	6.0GHz	6.4GHz	6.5GHz	6.9GHz	7.5GHz	6.5/7.5GHz	検討のポイント
		電気通信業務用			電通/公共/一般	電気通信業務用	電通/公共/一般	公共業務用	
		(固定局)							
1	高次多値変調技術の導入	○	○	○	○	○	○	○	より高速な伝送速度を目標とする変調方式（高次QAM方式）の導入への対応
2	適応変調技術の導入	○	○	○	○	○	○	○	導入するための規定整備
3	自動送信電力制御技術（ATPC）の導入	○	○	○	○	○	○	○	導入するための規定整備
4	将来におけるOFDM導入への対応	○	○	○	○	○	○	○	将来におけるOFDM導入に備えた対応
5	偏波多重方式の導入		○		○		○		V/H偏波同時利用による大容量化への対応
6	16QAM非再生中継方式の追加		○						低遅延システムの導入
7	放送事業用帯域での共用	○		○		○			放送事業用帯域に、電気通信業務用固定通信システムの導入
8	占有周波数帯幅の規定方法の見直し	○	○	○	○	○	○	○	技術水準を踏まえた計算式の見直し
9	周波数許容偏差の見直し		○						技術水準を踏まえた規定の見直し

5.8~7.5GHz帯基幹系無線システムの主な技術的条件(1)

周波数帯	6GHz帯	6.5GHz/7.5GHz帯	5.8GHz/6.4GHz/6.9GHz帯	6.5GHz/7.5GHz帯
用途	中継回線/エントランス回線	中継回線/エントランス回線	中継回線	可搬型
通信方式	単向通信方式/複信方式/ 周波数分割複信方式	複信方式/周波数分割複信 方式	複信方式	周波数分割複信方式
変調方式	高次多値変調方式(例:256QAM以上の多値変調)、OFDM ※QAM:直交振幅変調 OFDM:直交周波数分割多重方式			現行の同周波数帯を利用する 固定局の規定により定められて いる方式、 高次多値変調方式(例: 256QAM以上の多値変調)、 OFDM
適応変調方式	適用可			適用可
占有周波数帯幅 の許容値	【40MHzチャンネル】 :36.5MHz以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア数× 1.1MHz以下 ※fcl:クロック周波数	【30MHzチャンネル】 :28.5MHz以下 【40MHzチャンネル】 :36.5MHz以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア数× 1.1MHz以下 ※fcl:クロック周波数	【30MHzチャンネル】 :28.5MHz以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア数×1.1MHz以下 ※fcl:クロック周波数	現行の同周波数帯を利用する 固定局の規定により定められて いる許容値、 【30MHzチャンネル】 :28.5MHz以下 【OFDM】 :fcl×サブキャリア数×1.1MHz 以下 ※fcl:クロック周波数
空中線電力	20W以下 (±50%)	2W以下 (±50%)	2W以下 (±50%)	2W以下 (±50%)
送信電力制御 (ATPC)	適用可			適用可
周波数の許容偏 差	20ppm (ppm:parts per million)	20ppm	20ppm	20ppm
スプリアス領域に おける不要発射 の強度の許容値	50μW以下		50μW以下	50μW以下
帯域外領域にお けるスプリアス発 射の強度の許容 値	100μW以下		100μW以下	100μW以下

※1 下線部が今回新たに導入・見直しを行う技術的条件

※2 OFDMについては、規定されている占有周波数帯幅の許容値以下とすること。

周波数帯 用途	6GHz帯 中継回線/エントランス回線	6.5GHz/7.5GHz帯 中継回線/エントランス回線	5.8GHz/6.4GHz/6.9GHz帯 中継回線	6.5GHz/7.5GHz帯 可搬型																																																																									
スペクトルマスク					<p>現行の同周波数帯を利用する固定局の規定どおりとする。ただし、電気通信業務用方式は除く。</p>																																																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>マスク基準点</th> <th colspan="14">周波数偏差f(MHz)・減衰量a(dB)</th> </tr> <tr> <th>占有周波数帯幅の許容値</th> <th>f1</th><th>a1</th><th>f2</th><th>a2</th><th>f3</th><th>a3</th><th>f4</th><th>a4</th><th>f5</th><th>a5</th><th>f6</th><th>a6</th><th>f7</th><th>a7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>28.5MHz</td> <td>15</td><td>0</td><td>15</td><td>-6</td><td>22.5</td><td>-33</td><td>36.9</td><td>-33</td><td>61.5</td><td>-48</td><td>75</td><td>-48</td><td>90</td><td>-50</td> </tr> <tr> <td>36.5MHz</td> <td>20</td><td>0</td><td>20</td><td>-6</td><td>30</td><td>-36</td><td>42.9</td><td>-45</td><td>71.5</td><td>-48</td><td>100</td><td>-48</td><td>120</td><td>-60</td> </tr> </tbody> </table>		マスク基準点	周波数偏差f(MHz)・減衰量a(dB)														占有周波数帯幅の許容値	f1	a1	f2	a2	f3	a3	f4	a4	f5	a5	f6	a6	f7	a7	28.5MHz	15	0	15	-6	22.5	-33	36.9	-33	61.5	-48	75	-48	90	-50	36.5MHz	20	0	20	-6	30	-36	42.9	-45	71.5	-48	100	-48	120	-60	<table border="1"> <thead> <tr> <th>周波数偏差(MHz)</th> <th>18</th> <th>18</th> <th>28</th> <th>28</th> <th>90</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>相対電力(dB)</th> <td>0</td> <td>-37</td> <td>-37</td> <td>-48</td> <td>-48</td> </tr> </tbody> </table> <p>減衰量は、送信ろ波器特性を含めることも可とする。</p>		周波数偏差(MHz)	18	18	28	28	90	相対電力(dB)	0	-37	-37	-48	-48	
	マスク基準点	周波数偏差f(MHz)・減衰量a(dB)																																																																											
占有周波数帯幅の許容値	f1	a1	f2	a2	f3	a3	f4	a4	f5	a5	f6	a6	f7	a7																																																															
28.5MHz	15	0	15	-6	22.5	-33	36.9	-33	61.5	-48	75	-48	90	-50																																																															
36.5MHz	20	0	20	-6	30	-36	42.9	-45	71.5	-48	100	-48	120	-60																																																															
周波数偏差(MHz)	18	18	28	28	90																																																																								
相対電力(dB)	0	-37	-37	-48	-48																																																																								
<p>※6.5GHz/7.5GHz帯は既存規格。6GHz帯は新規適用。</p>																																																																													

5.8~7.5GHz帯基幹系無線システムの主な技術的条件(3)

周波数帯	6GHz帯	6.5GHz/7.5GHz帯	5.8GHz/6.4GHz/6.9GHz帯	6.5GHz/7.5GHz帯
用途	中継回線/エントランス回線	中継回線/エントランス回線	中継回線	可搬型
等価等方輻射電力 [dBm]	55dBW以下かつ 【 $4^\circ \leq \theta < 40^\circ$ 】 $72-40\log \theta$ 【 $40^\circ \leq \theta$ 】 8	【 $4^\circ \leq \theta < 40^\circ$ 】 $73-27.5\log \theta$ ($72-40\log \theta$) 【 $40^\circ \leq \theta < 90^\circ$ 】 29(8) 【 $90^\circ \leq \theta < 110^\circ$ 】 $96.5-0.75 \theta$ (8) 【 $110^\circ \leq \theta$ 】 14(8) ※64QAMを用いた方式の場合は括弧内の値とする。	55dBW以下かつ 【 $6^\circ \leq \theta < 70^\circ$ 】 $81.2-23.9\log \theta$ 【 $70^\circ \leq \theta < 90^\circ$ 】 37.2 【 $90^\circ \leq \theta < 110^\circ$ 】 $95.7-0.65 \theta$ 【 $110^\circ \leq \theta$ 】 24.2 静止衛星軌道に対する等価等方輻射電力の制限は、最大輻射方向と対地静止衛星軌道との離角が2度以内の場合には、等価等方輻射電力が35dBW以下とする。	【 $4^\circ \leq \theta < 40^\circ$ 】 $73-27.5\log \theta$ 【 $40^\circ \leq \theta < 90^\circ$ 】 29 【 $90^\circ \leq \theta < 110^\circ$ 】 $96.5-0.75 \theta$ 【 $110^\circ \leq \theta$ 】 14
偏波	水平/垂直(コチャネル配置による同時利用可(同時利用の際に交差偏波識別度補償機能(XPIC)/偏波MIMO技術等を具備することが望ましい))		コチャネル配置は使用しない	コチャネル配置は使用しない
適応変調方式を適用する場合のリファレンス多値数	現行規格の最高次の変調方式をリファレンス多値数とすることが望ましい			現行規格の最高次の変調方式をリファレンス多値数とすることが望ましい
副次的に発する電波等の限度	4nW以下		4nW以下	4nW以下

1 委員会での検討

- ① 第1回(平成25年6月6日) ……委員会の運営方針、審議の進め方、作業班の開始
- ② 第13回(平成26年7月3日) ……「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に関する調査の進め方(案)についての報告
- ③ 第15回(平成26年11月11日) ……「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に関する提案募集の結果
- ④ 第22回(平成27年5月12日) ……基幹系無線通信システムの技術的条件の検討、意見募集を行う委員会報告書案の取りまとめ
- ⑤ 第23回(平成27年6月11日) ……提出された意見に対する考え方及び委員会報告書の取りまとめ

2 作業班での検討

- ① 第1回(平成25年7月22日) ……委員会の運営方針、検討体制、検討に着手
- ② 第5回(平成26年7月3日) ……「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に関する調査の進め方(案)等について検討
- ③ 第6回(平成26年8月26日) ……「基幹系無線システムの高度化等に係る技術的条件」に関する提案の説明、課題の検討
- ④ 第7回(平成27年4月14日) ……作業班報告書の取りまとめ

主査	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
査代	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
理		
専	飯塚 留美	(一財)マルチメディア振興センター 電波利用調査部 研究主幹
門	伊藤 数子	特定非営利活動法人STAND 代表理事
委	大寺 廣幸	(一社)日本民間放送連盟 常勤顧問
員	小笠原 守	日本電信電話(株) 技術企画部門 電波室長
専	加治佐 俊一	日本マイクロソフト(株) 兼 マイクロソフトディベロップメント(株) 技術顧問
門	川嶋 弘尚	慶應義塾大学 名誉教授
委	菊井 勉	(一社)全国陸上無線協会 常務理事・事務局長
員	河野 隆二	横浜国立大学大学院 工学研究院 教授
専	小林 久美子	日本無線(株) 研究開発本部 研究所 ネットワークフロンティア チームリーダー
門	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
委	玉眞 博義	(一社)日本アマチュア無線連盟 専務理事
員	本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
専	松尾 綾子	(株)東芝 研究開発センター ワイヤレスシステムラボラトリー 研究主務
門	三谷 政昭	東京電機大学 工学部情報通信工学科 教授
委	森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
員	矢野 由紀子	日本電気(株) クラウドシステム研究所 シニアエキスパート
専	若尾 正義	元(一社)電波産業会 専務理事
門		

【主任】	三谷 政昭	東京電機大学 工学部 情報通信工学科 教授 (第7回)
	唐沢 好男	電気通信大学 大学院情報理工学研究科 教授 (第1回～第6回)
	飯塚 正孝	日本電信電話(株) アクセスサービスシステム研究所 主幹研究員
	拮石 康博	KDDI (株) 電波部 企画・制度グループ マネージャー (第1回～第6回)
	伊藤 泰成	KDDI (株) 電波部 企画・制度グループ マネージャー (第7回)
	井野 年勝	富士通(株) ネットワークプロダクト事業本部 グローバルアクセス事業部 シニアマネージャー
	植田 和典	日本電気(株) 消防・防災ソリューション事業部 シニアエキスパート
	江場 健司	電気事業連合会 情報通信部 副部長
	岡田 良教	電気興業(株) 技術開発統括部 電気通信開発部 IPシステム課 課長
	中川 永伸	(一財)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 (第1回～第6回)
	小竹 信幸	(一財)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 (第7回)
	小山 祐一	ソフトバンクモバイル(株) 技術第二統括 アクセスソリューション本部 モバイル伝送ネットワーク部 部長
	笥 雅光	(株)日立国際電気 映像・通信事業部 製品設計統括本部 通信装置設計本部 モバイル設計部 担当部長
	笠松 章史	国立研究開発法人 情報通信研究機構 未来ICT研究所 超高周波ICT研究室 室長
	川上 明夫	東京都 総務局 総合防災部 防災通信課 無線係 係長 (第1回～第6回)
	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 (第7回)
	佐藤 英樹	ノキアソリューションズ&ネットワークス(株) RAN技術本部 ソリューションマネージャー
	鈴木 健児	日本放送協会 技術局 送受信技術センター 放送網施設部 副部長
	渡来 祐一	日本無線(株) 通信機器技術部 課長
	重野 誉敬	警察庁 情報通信局 通信施設課 課長補佐 (第1回～第5回)
	橋本 昌史	警察庁 情報通信局 通信施設課 課長補佐 (第6回～第7回)
	伊藤 泰成	UQコミュニケーションズ(株) 渉外部 渉外グループ 課長 (第1回～第6回)
	拮石 康博	UQコミュニケーションズ(株) 渉外部 渉外グループ グループマネージャー (第7回)
	野村 一郎	国土交通省 大臣官房 技術調査課 課長補佐 (第1回～第3回)
	平川 洋	国土交通省 大臣官房 技術調査課 課長補佐 (第4回～第7回)
	福本 史郎	ワイモバイル(株) 渉外室 課長 (第1回～第5回)
	大山 真澄	ワイモバイル(株) 渉外室 企画第一部 (第6回)
	藤井 康之	(株)東芝 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担当 参事
	松田 和敏	(一社)電波産業会 利用促進部 主任研究員
	村上 信高	(株)TBSテレビ 技術局 報道技術部
	山崎 高日子	三菱電機(株) 通信システム事業本部 通信システムエンジニアリングセンター 技術担当部長