

情報通信審議会 情報通信技術分科会
移動通信システム委員会報告
概要版

「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」のうち
「デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等」

平成25年5月17日

移動通信システム委員会における検討開始

移動通信システム委員会では、低遅延型デジタル特定ラジオマイク等の技術的条件及びホワイトスペースを利用する特定ラジオマイクとエリア放送の共用条件について、特定ラジオマイク作業班において必要な調査検討を行った。

■ 検討事項

情報通信審議会諮問第2009号「小電力の無線システムの高度化に必要な技術的条件」(平成14年9月30日諮問)のうち「デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等」について検討を行った。

■ 検討項目

当委員会では、検討の促進を図るため、デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等についての調査を目的とした「特定ラジオマイク作業班」(主任:若尾 正義 (元 (一社)電波産業会専務理事))において、以下の項目について調査検討を行った。

- 低遅延型デジタルマイク等の技術的条件の検討
- ホワイトスペースにおける特定ラジオマイクとエリア放送の共用条件の検討

■ 検討経過

➤ 移動通信システム委員会

- 第12回委員会(平成25年1月18日)
調査の進め方について検討を行ったほか、検討の促進を図るため、特定ラジオマイク作業班での調査・検討を行うこととした。
- 第13回委員会(平成25年4月4日)
デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等について検討を行い、委員会報告書(案)を取りまとめた。
- パブリックコメント実施(平成25年4月11日～5月10日)
- 第14回委員会(平成25年5月14日)
パブリックコメント終了をうけ、デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等についての委員会報告書を取りまとめた。

➤ 特定ラジオマイク作業班

- 第6回作業班(平成25年3月4日)
作業班運営方針及び調査の進め方について検討を行った。
- 第7回作業班(平成25年3月28日)
デジタル特定ラジオマイクの技術的条件等の検討を行い、委員会報告(案)を取りまとめた。

検討概要

- デジタル特定ラジオマイクは、アナログ特定ラジオマイクと比べ、周波数の利用効率は高いものの、デジタル処理による音声の遅延時間が生じ、コンサート等の極めて少ない遅延を要求される場面においては利用し難いことから、低遅延型のデジタル特定ラジオマイクの実用化に向けた検討を行った。
- テレビホワイトスペースを使用する特定ラジオマイクにおいては、他のシステムと周波数を共用することから、共用条件の検討を行った。

■ 検討概要

➤ 検討開始の背景

- デジタル方式は、アナログ方式と比べ、周波数の利用効率は高いものの、デジタル処理による音声の遅延時間が生じ、コンサート等の極めて少ない遅延を要求される場面においては利用し難い状況。
- 新たな周波数帯への移行にあわせ、遅延時間を抑えた低遅延型ラジオマイクの開発が求められている。
- TVホワイトスペースにおいては、他システムと周波数を共用することから、ホワイトスペース利用システム相互間の共用検討の必要性がある。

➤ 検討内容の概要

- 低遅延型デジタル特定ラジオマイクについて、必要な技術的条件の検討を行い、技術的条件をとりまとめた。
- 特定ラジオマイクとエリア型放送システムが相互に混信等の影響を受けない範囲で、周波数を共用することが可能な共用条件を検討、とりまとめた。

現在のデジタル特定ラジオマイクでは、デジタル信号処理の過程で3～5ms程度の音声伝達遅延が発生



コンサート・舞台等では、1ms以下程度の極めて少ない遅延時間が求められる。



音声遅延時間を1ms程度以下に抑えた「低遅延型デジタル特定ラジオマイク」の技術的条件の検討

ホワイトスペースにて運用する特定ラジオマイクは、エリア放送を含む他のホワイトスペース利用システムと周波数を共用



特定ラジオマイクとホワイトスペース利用システムが互いに混信せず、周波数を効率的に共用する必要



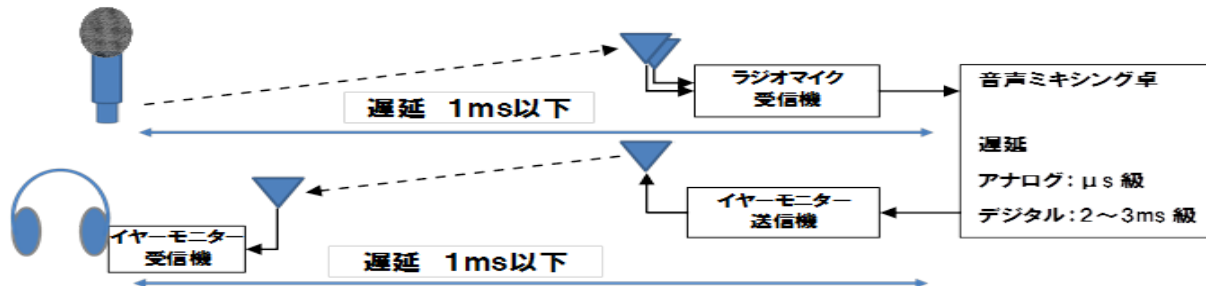
特定ラジオマイク(アナログ・デジタル)とエリア型放送をはじめとするホワイトスペース利用システム相互間の共用条件の検討

低遅延型デジタル特定ラジオマイクの要求条件

ITU-Rにおける最大遅延量許容値(1ms)やユーザーに対して行った実験結果から低遅延型デジタル特定ラジオマイクに対する要求条件は以下の通りとした。

項目	ラジオマイク	イヤー・モニター
音声信号の周波数特性	20Hz~20kHz	20Hz~15kHz
音声信号のダイナミックレンジ	100dB以上(120dB以上が望ましい)	95dB以上
音声信号の遅延時間	1ms以下(できるだけ小さいことが望ましい)	
モノラル/ステレオ	モノラル	ステレオ
最大伝送距離	100m	
その他	現行と同等以下のサイズ、低消費電力、現行と同等以上の同一利用本数	

- ITU-R レポート BS.2161によればスタジオやイヤー・モニターの運用での要求条件として、スタジオでの運用では音声周波数20Hz-20kHz、ダイナミックレンジ100dB以上、最大遅延量許容値を1msとしている。
- イヤー・モニターではステレオ方式で、音声周波数20Hz-15kHz、ダイナミックレンジ95-100dB、最大遅延量許容値を1msとしている。
- 音声遅延評価実験の結果によれば、①演奏者の80%が5msの遅延時間を知覚でき、②指揮者は5msの遅延時間で演奏は続行可能であるものの、演奏に支障が出る可能性があるとしており、なるべく遅延を少なくする事が望まれる。
- 所要CN比が低く雑音や干渉の影響を受けにくい、音質が良い、同時運用本数を増やせるなど、デジタルの特長を生かしつつ、低遅延伝送を実現する必要がある
- 遅延が1msのデジタル特定ラジオマイク、イヤー・モニターであれば、デジタル方式のミキシング卓での2~3msの遅延と合わせ、システム全体の遅延を5ms程度とすることができる。



低遅延デジタル特定ラジオマイクの要求条件である、遅延時間1ms以下を実現できる技術的条件を検討

■ 変調方式

- 直交周波数分割多重 (OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)方式)が適当。
 - 低遅延型デジタル特定ラジオマイクでは、音質を重視した現行アナログ(リニア)方式と同等以上の音質及び低遅延を実現するために非圧縮PCM(Pulse Code Modulation)により音声信号をA/D変換し、そのデジタル信号を、OFDM方式にて伝送を行う方式が適当。
 - これにより、伝送による遅延時間が1msec以下の高音質な音声伝送が弱電界エリアにおいても実現できる。
 - イヤー・モニター向けの方式として、瞬時圧伸と呼ばれる遅延が極めて少ない圧縮方式と組み合わせることで、若干の音質劣化を伴うものの1ms以下の低遅延ステレオ伝送も実現できる。

■ 占有周波数帯幅

- 非圧縮信号のサンプリング周波数48kHzで24bitの音声信号の伝送を可能とするビットレートである1152kbpsを確保し、内符号と符号化率及びキャリア変調方式を考慮し、さらに欧州ETSIで規定されている占有周波数帯幅の最大値との整合を踏まえ、占有周波数帯幅は600kHzとすることが適当。

■ 使用周波数帯

- 低遅延型デジタル特定ラジオマイクは、占有周波数帯幅が600kHzとなるため、欧州ETSI基準(※)との整合を考慮し、使用周波数範囲は1240MHz-1260MHz(1252MHz-1253MHzは除く)が適当。
- なお、デジタル特定ラジオマイク(OFDM型)は、占有周波数帯幅が現行と同じ288kHz以下となることから、1.2GHz帯のほか、470MHz~714MHzの周波数帯でも使用可能とすることが適当。

(※)ETSI EN 300 422-1 V1.3.2 2008-03において、伝送帯域幅の最大値が600kHzの場合の送信周波数帯は1GHz以上とされている。

■ スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値

- 1.2GHz帯を使用する低遅延型デジタル特定ラジオマイク及び1.2GHz帯を使用するデジタル特定ラジオマイク(OFDM型)にあつては、現行の1.2GHz帯デジタル特定ラジオマイクの許容値である $2.5 \mu\text{W}$ と同一とすることが適当。
- 470MHz~714MHzの周波数帯を使用するデジタル特定ラジオマイク(OFDM型)は、欧州における地上デジタルテレビジョン放送の帯域以外での許容値の緩和を考慮し、我が国においても、テレビホワイトスペース帯である470MHz~710MHzの帯域にあつては現行通りの 4nW 、それ以外の帯域にあつては $2.5 \mu\text{W}$ とすることが適当。
なお、この許容値は同じ周波数帯を使用するアナログ特定ラジオマイク及びOFDM型以外のデジタル特定ラジオマイクにおいても同様に適用することが適当。

■ 空中線電力

- 低遅延型デジタル特定ラジオマイクの空中線電力は、要求条件の伝送距離を満足するために50mWとすることが適当。

■ 空中線系

- 現行と同様に2.14dBiとすることが適当。
- イヤー・モニターは受信機における人体損失が大きくなることから、伝送距離の要求条件100mを確保するために、送信空中線利得は7dBiとすることが適当。

低遅延型デジタル特定ラジオマイク等のチャンネル間隔及び同時使用可能本数

- 低遅延型デジタル特定ラジオマイクは11本のラジオマイクが同時に使用可能。
- 近接可能距離が現行のデジタルラジオマイクの107m→85mと短くなるため、同一場所で多くのマイクが使用でき、周波数の有効利用に寄与。

- 9MHzあたりの同時使用本数は、現行のアナログ特定ラジオマイクでは7本(3次相互変調歪を考慮)に対し、低遅延型デジタル特定ラジオマイクは占有周波数帯幅は増加するものの、同時使用本数は11本に増加。
- OFDM型のデジタル特定ラジオマイクと現行のデジタル特定ラジオマイクと比較した場合、近接可能距離は107mから85mと短くなるため、大規模イベント等では多くのマイクが使用でき、周波数の有効利用が可能。

	低遅延型デジタル(OFDM)	デジタル(OFDM)	デジタル(現行)	アナログ		
空中線電力	50mW以下			10mW以下		
変調方式	直交周波数分割多重(OFDM) [キャリア変調方式] リニア:16QAM 高耐干渉:QPSK		位相変調 周波数変調 直交振幅変調	周波数変調		
コンパンダ	-			無	有	無or有
占有周波数帯幅	600kHz	288kHz	288kHz	330kHz	110kHz	250kHz
遅延時間	1ms程度	3~5ms以下	3~5ms程度	μs級		
9MHzあたりの同時使用本数	11	18	18	7	10	8
10mW送信時の近接可能距離	85m(リニア) 30m(高耐干渉)	85m	107m	463m		
特徴	低遅延 高耐干渉性	多チャンネル 高耐干渉性	多チャンネル	低遅延 リニア	低遅延 コンパンダ	低遅延 ステレオ

低遅延型デジタル特定ラジオマイク等の技術的条件

以上の検討結果をふまえ、低遅延型デジタル特定ラジオマイクの技術的条件については、以下のとおりとすることが適当

一般的条件	
通信方式	単向通信方式又は同報通信方式
変調方式	直交周波数分割多重(OFDM方式) キャリア変調方式は、16値直交振幅変調(16QAM)方式、4相位相変調(QPSK)方式
使用周波数帯	占有周波数帯幅が288kHzを超え600kHz以内ものは1.2GHz帯 占有周波数帯幅が288kHz以内ものは470MHzを超え714MHz以下及び1.2GHz帯
空中線電力	50mW以下
空中線系	送信空中線の絶対利得は2.14dB以下 ただし、1.2GHz帯のイヤール・モニターの絶対利得は7dB以下 送信空中線の構造は、イヤール・モニターに使用する場合を除き、給電線及び接地装置を有しないものであること。

無線設備の技術的条件	
占有周波数帯幅の許容値	470MHzを超え714MHz以下の周波数の電波を使用するもの:288kHz 1.2GHz帯の周波数の電波を使用するもの:288kHz及び600kHz
周波数の許容偏差	$\pm 20 \times 10^{-6}$
空中線電力の許容偏差	470MHzを超え714MHz以下の周波数の電波を使用するもの:上限20%、下限50% 1.2GHz帯の周波数の電波を使用するもの:上限50%、下限50%
スプリアス発射又は不要発射の強度の許容値	470MHzを超え714MHz以下の周波数の電波を使用するもの: 帯域外領域のスプリアス発射:2.5 μ W以下 スプリアス領域の不要発射:中心周波数から ± 1 MHz以内:2.5 μ W以下 470MHzを超え710MHz以下の帯域:4nW以下 上記以外の領域:2.5 μ W以下 1.2GHz帯の周波数の電波を使用するもの: 帯域外領域のスプリアス発射:2.5 μ W以下 スプリアス領域の不要発射:2.5 μ W以下
隣接チャンネル漏えい電力	占有周波数帯域が288kHz:搬送波から500kHz離れた周波数の(\pm)144kHzの帯域内において輻射される電力が搬送波電力より40dB以上低いこと。 占有周波数帯域が600kHz:搬送波から800kHz離れた周波数の(\pm)300kHzの帯域内において輻射される電力が搬送波電力より40dB以上低いこと。
筐体	一の筐体に収められており、かつ、容易に開けることができないものであること。 ただし、電源設備、送話器、空中線、付属装置その他これに準ずるもの、イヤール・モニター用ラジオマイクの無線設備の分配装置及び回線補償装置については、この限りでない。

470MHz-714MHzの周波数の電波を使用する特定ラジオマイクはエリア放送と周波数を共用することから、その共用条件について検討を行った。

■ 検討の前提条件

- 「ホワイトスペース利用システムの運用調整の仕組み」(ホワイトスペース利用作業班)(平成25年1月)によれば、地上デジタルテレビジョン放送用周波数帯ホワイトスペース利用システム間の割当上の優先順位は、平成24年1月に取りまとめられた「ホワイトスペース利用システムの共用方針」を基本として考えることが適当であるとしており、優先順位は以下となる。

1	地上デジタルテレビジョン放送
2	特定ラジオマイク
3	エリア放送、センサーネットワーク、災害向け通信システム等のホワイトスペース利用システム

- また、周波数割当計画(平成20年総務省告示第714号)においても、エリア放送は特定ラジオマイクに有害な混信を生じさせず、特定ラジオマイクからの混信に対し、保護を要求してはならないとされている。

■ 検討パターン

- 共用条件の検討にあたっては、上記の優先順位を踏まえ、下図のパターンにて、エリア放送(ワンセグ型、フルセグ型)から特定ラジオマイクへの与干渉について検討を行った。

希望波	妨害波
アナログ特定ラジオマイク	エリア放送(ワンセグ型)
	エリア放送(フルセグ型)
デジタル特定ラジオマイク	エリア放送(ワンセグ型)
	エリア放送(フルセグ型)
アナログイヤーマニター	エリア放送(ワンセグ型)
	エリア放送(フルセグ型)

- 周波数間隔については「移動通信システム委員会報告」(平成24年4月)では、テレビホワイトスペース帯を使用する特定ラジオマイクのチャンネル間隔については「周波数の有効利用を図る方策としてチャンネル間隔を細分化(5kHz、25kHz等)する方法が考えられるため、運用面を踏まえてチャンネル間隔を検討することが適当である。」としているので、共用条件を検討する特定ラジオマイクの周波数間隔をエリア放送の中心周波数から25kHz毎とし、最大±12MHzの帯域幅で検討を行った。

エリア放送との共用条件

共用条件を検討した結果、妨害波がエリア放送(ワンセグ、フルセグ)、希望波が特定ラジオマイク(アナログ、デジタル、イヤールモニター)の場合の所要DU比についてまとめた。

	妨害波:エリア放送(ワンセグ型)		
	希望波:特定ラジオマイク		
	アナログ	デジタル	イヤールモニター
中心周波数差	所要DU比(dB)	所要DU比(dB)	所要DU比(dB)
±0kHz~225kHz	30.0	15.0	21.0
±250kHz	25.0	7.5	14.0
±275kHz	19.0	1.3	5.9
±300kHz	11.3	-5.7	0.3
±325kHz	9.5	-7.5	-1.5
±350kHz	7.7	-9.3	-3.3
±375kHz	5.9	-11.1	-5.1
±400kHz	4.1	-12.9	-6.9
±425kHz	2.6	-14.6	-8.7
±450kHz	0.7	-16.1	-10.0
±475kHz	-0.9	-17.5	-11.3
±500kHz	-2.5	-18.8	-12.6
±525kHz	-4.0	-20.2	-13.9
±550kHz	-5.6	-21.5	-15.1
±575kHz	-7.2	-23.0	-16.4
±600kHz	-8.8	-24.3	-17.7
±625kHz	-10.4	-25.6	-19.0
±650kHz~6425kHz	-12.0	-27.0	-20.4
±6450kHz~12000kHz	-58.0	-66.0	-53.0

	妨害波:エリア放送(フルセグ型)		
	希望波:特定ラジオマイク		
	アナログ	デジタル	イヤールモニター
中心周波数差	所要DU比(dB)	所要DU比(dB)	所要DU比(dB)
±0kHz~2800kHz	18.0	3.0	10.3
±2825kHz	8.0	-7.0	7.6
±2850kHz	1.0	-14.0	4.9
±2875kHz	-3.1	-18.1	2.3
±2900kHz	-4.9	-19.9	-2.2
±2925kHz	-6.6	-21.6	-6.6
±2950kHz	-8.4	-23.4	-11.1
±2975kHz	-10.2	-25.2	-15.5
±300kHz~9000kHz	-12.0	-27.0	-20.0
±9025kHz~12000kHz	-56.0	-66.0	-48.0

特定ラジオマイクとエリア放送以外のホワイトスペース利用システムとの共用条件については、免許条件や技術条件が未定のため、それらの検討とあわせ共用条件の検討が必要