

# 2019年世界無線通信会議(WRC-19)における 275GHz以上の規則改定について

小川博世（情報通信研究機構）

あらまし 275-450 GHzの周波数領域において陸上移動及び固定業務応用に周波数帯を特定するWRC-19議題1.15の背景及び2019年世界無線通信会議(WRC-19)における結果概要を報告する。

## 1. まえがき

国際電気通信連合無線通信部門（ITU-R）では275 GHz以上の周波数範囲内で運用する地球探査衛星業務、電波天文業務等を保護するための保護基準等を勧告する勧告文書が既に制定されていたが、地上等で運用する能動業務システム（移動、固定、無線標定等）に関する技術運用特性、干渉条件に関する研究が2012年以降の研究會期で開始されたところである。研究委員会SG1の下の作業部会WP1Aが2013年に「275-1000 GHzの周波数範囲で運用する能動業務の技術運用特性」に関する研究課題237/1を成立させ、さらにWP 5A、WP 5Cでも275-1000 GHzの周波数範囲で運用するシステムの技術運用特性に関する研究課題256/5、257/5をそれぞれ成立させた。また、WP 1Aでは研究課題237/1に基づき、275-3000 GHzの能動業務の技術動向をまとめたITU-RレポートSM.2352を2015年に完成させた。

このようなスペクトラム研究動向を背景にして、2015年に開催された世界無線通信会議（WRC-15）において、アジア・太平洋電気通信共同体（APT）からはAPT共同提案書として275-1000 GHzの周波数範囲内での陸上移動業務（LMS）応用と固定業務（FS）応用に周波数を特定する新議題が提案され、さらに欧州郵便電気通信主管庁會議（CEPT）からも欧州共同提案書として周波数275-450 GHzの周波数範囲内での陸上移動業務（LMS）応用と固定業務（FS）応用に周波数を特定する新議題が提案された。これらの提案に対して他地域からの特段の反対もなく決議767（WRC-15）に基づいて研究するWRC-19議題1.15が成立した。LMSとFSへの周波数特定が目的のためにWP 5AとWP 5Cが責任グループになることが望まれたが、多くのWPに関連する議題であること、WRC-12議題1.6（脚注5.565の受動業務特定周波数帯の見直し）の責任グループがWP 1Aであったこと等の理由により、第1回WRC19準備會合（CPM19-1）においてWP 1AがWRC-19議題1.15の責任グループとなり、275 GHz以上の無線通信規則（RR）改定に向けた作業が開始され、2019年10月28日から11月22日に開催された2019年世界無線通信會議において無線通信規則の275 GHz以上の周波数分配表の改定が行われた。

## 2. WRC-19議題1.15

### 2.1 275 GHz以上の能動業務に関するITU-RレポートSM.2352

275 GHz以上で動作可能なデバイスの研究開発の進捗に伴い、100 Gb/s以上のデータ伝送が可能な短距離大容量通信システムの検討が進められている。特に短距離無線通信の分野では、IEEE802.15.3dが短距離WPAN（Wireless Personal Area Network）システムの規格として、2017年にIEEE Std 802.15.3d<sup>TM</sup>-2017; IEEE Standard for High Data Rate Wireless Multi-Media Networks; Amendment 2: 100 Gb/s Wireless Switched Point-to-Point Physical Layerが出版されている。この規格情報も含めて、ITU-RレポートSM.2352では、①キオスクダウンローディングシステム、②自動改札口ダウンローディングシステム、③データセンターサイバー間データ伝送システム、④無線LANシステムの4つのユースケースを紹介している。これらのシステムでは275GHz帯を用いて100 Gb/sクラスのデータ伝送を行うシステムを想定している。なお、このレポートでは無線通信分野のみではなく、他の重要なテラヘルツ帯における応用例として、テラヘルツカメラ、テラヘルツ発生光源、材料分析、非接触評価法等の動向を紹介している。各システムの詳細な技術運用特性等の研究はそのシステムの担当作業部会でそれぞれの研究課題に従った詳細な検討が進められ、WRC-19議題1.15成立のための重要なレポートとして位置づけることができる。

### 2.2 決議767（WRC-15）の概要

現在の無線通信規則では275 GHz以上の周波数帯は脚注5.565のみで規定されている。275 GHz以上の周波数帯での能動業務の使用を受動業務は妨げることができない規定になっているが、一方、能動業務は特定されている受動業務を有害な干渉から保護することが要請されている。2.1節で述べたように、275 GHz以上の周波数帯を使用する大容量化通信を目的とした能動業務の検討が半導体の能力向上とともに活発化してきていること、300 GHz帯を使用するIEEE802.15.3dの規格が成立したこと、ITU-RではWP 1Aを中心として275 GHz以上のスペクトラム研究が活発化してきたことを踏まえ

て、2015年のWRC-15において、275-450 GHzの周波数範囲で運用する陸上移動業務(LMS)応用と固定業務(FS)応用に周波数を特定する検討を行う決議767 (WRC-15) がAPT提案とCEPT提案をベースに成立した。

**(1) 決議809 (WRC-15) のプリアンブル**

決議767 (WRC-15) に基づき275-450 GHzの周波数範囲で運用するLMS応用とFS応用へ主管庁の使用のために周波数帯の特定を検討する。

**(2) 決議767 (WRC-15) のタイトル**

主管庁の使用のために275-450 GHzの周波数範囲で運用するLMS応用とFS応用への特定に向けた研究

**(3) 決議767 (WRC-15) からのWRC-19への決議**

受動業務と能動業務間の共用両立性検討及びこれら業務へのスペクトラム要求に関するITU-R研究の結果を考慮に入れて、脚注5.565で特定された受動業務の保護を維持しながら、主管庁の使用のために275-450 GHzの周波数範囲で運用するLMS応用とFS応用へ特定する検討を行い、かつ適切な措置を講じること

**(4) 決議767 (WRC-15) からのITU-Rへの要請**

- (a) 275 GHz以上の周波数で運用するLMSとFSのシステムの技術運用特性を特定すること、
- (b) 上記の研究結果を考慮に入れてLMSとFSのシステムのスペクトラム要求を研究すること、
- (c) 275-450 GHzの周波数範囲でLMS/FSと受動業務との共用両立性検討を可能とするためにこの周波数帯の伝搬モデルを作ること、
- (d) 脚注5.565で特定された受動業務の保護を維持しながら、275-450 GHzの周波数範囲で運用するLMS/FSと受動業務との共用両立性検討を行うこと
- (e) 上記項目による研究結果と脚注5.565で特定された受動業務の保護を考慮に入れて、LMS/FSシステムによる使用のための候補周波数帯を特定すること。

**(5) 決議767 (WRC-15) の担当作業部会**

上記(4)(a)と(4)(b)のLMSとFSの技術運用特性とスペクトラム要求値についてはWP 5AとWP 5Cが担当し（寄与グループ）、(4)(c)の伝搬モデルについてはWP 3J、WP 3K、WP 3Mが担当し（寄与グループ）、(4)(d)と(4)(e)の共用検討による候補周波数帯の特定作業はWP 1Aが担当する（責任グループ）体制で作業が行われた。

**2.3 各作業部会からの出力文書**

**(1) ITU-R WP 5A**

WP 5AはLMS応用のための技術運用特性とスペクトラム要求値の検討を行った、その結果は、Report ITU-R M.2417- Technical and operational characteristics of the land mobile service applications operating in the frequency range 275-450 GHzとして出版された。このレポートでは、275-325 GHz帯と275-450 GHz帯の2周波数帯と50 GHzのスペクトラム幅が提案されている。また、応用システムの展開シナリオとしてコンビニエンスストアでCPMSシステムが使用されることを前提として表1のように使用率が推定されている。

表1 デバイス使用率の算出根拠

1日当たりのコンビニ利用人数	1000
CPMSデバイスがインストールされている端末の割合	20 %
2時間映画をダウンロードする1CPMSデバイスの回数	2
CPMSデバイスのスループット	6.9 Gb/s
CPMSデバイスのダウンロード時間	2.2秒
全CPMSデバイスのダウンロード時間	440 秒
コンビニ営業時間	57600秒
1コンビニ当たりのデバイスの使用率	0.76%

さらに、関東地区のデバイス密度は、各県の総コンビニ数と面積によって表 2 のように算出されている。これらの数値が EESS(受動)との共用両立性検討で使用されることになる。

表 2 関東地区におけるデバイス密度

都道府県	コンビニエンスストア数	面積 (km <sup>2</sup> )
東京都	7,183	2,190
神奈川県	3,765	2,415
埼玉県	2,833	3,797
千葉県	2,637	5,157
茨城県	1,315	6,096
群馬県	950	6,362

栃木県	888	6,408
関東地区	19,571	32,425

### (2) ITU-R WP 5C

WP 5C は FS 応用のための技術運用特性とスペクトラム要求の検討を行った。その結果は、Report ITU-R F.2416 - Technical and operational characteristics and applications of the point-to-point fixed service applications operating in the frequency band 275-450 GHz として出版された。このレポートでは、275-325 GHz 帯と 380-445 GHz 帯の 2 周波数帯と 50 GHz のスペクトラム幅が提案されている。また、FS リンク密度は表 3 のように、1km<sup>2</sup> 当たり 8.4 として算出されている。これらの数値は IMT-2020 に関する勧告等に記載されている高密度市街地に配置される基地局数を参照して推定された数値である。

表 3 FS リンク密度の推定値

都市名	面積 (km <sup>2</sup> )	人口 (万)	FS リンク数	FS リンク密度	人口当たりの FS リンク数
東京都区内	619	9.37	5,200	8.4	0.0006
横浜市	437.4	3.73	3,674	8.4	0.0010
大阪市	223	2.7	1,873	8.4	0.0007
名古屋市	326.4	2.3	2,742	8.4	0.0012
合計	1605.8	18.1	13,489	8.4	0.0007

### (3) ITU-R WP 1A

上記 WP 5A からの LMS 応用システムの技術運用特性とスペクトラム要求値に関するレポート M.2417 と WP 5C からの FS 応用システムの技術運用特性とスペクトラム要求値に関するレポート F.2416 の結果と WP 7C 及び WP 7D から提供された EESS(受動)と RAS の干渉閾値を用いて LMS/FS に特定できる帯域の検討が進められた。図 1(a)は LMS 応用システム(近接無線通信)から EESS(受動)局及び RAS 局への干渉シナリオ、図 1(b)は FS 応用システム(フロントホール/バックホール)から EESS(受動)局及び RAS 局への干渉シナリオである。

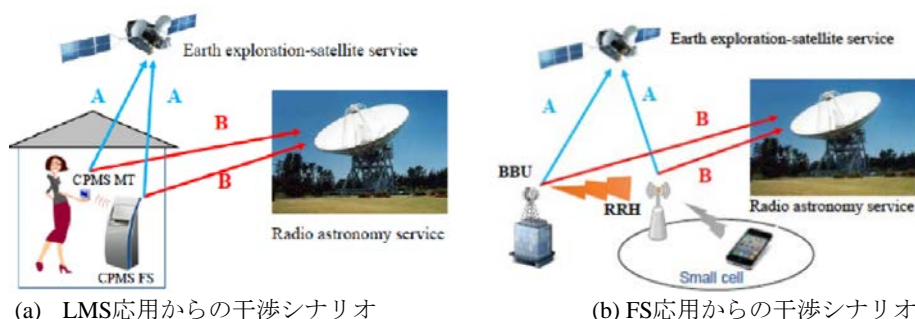


図1 想定されているLMS/FSからの干渉シナリオ

EESS(受動)の最大干渉レベルは勧告RS.2017で規定されている各周波数帯で運用される各リモートセンシング衛星の干渉レベル、及び勧告RA.789を外挿した275GHz以上での電波天文への有害干渉閾値を用いて特定される帯域の評価を行った。図2に干渉レベル検討結果の1例を示す。集合されたLMSデバイスからの各地球探査衛星用センサーにおける受信レベルの評価を行い、最大許容干渉レベルよりも超過する場合にはその周波数帯をLMSに特定できない。その結果、ITU-R レポートSM.2450では、下記の4周波数帯をLMS/FS応用に特定できる可能性があるとの結論を得ている。

LMS/FSへの特定候補周波数帯：275-296 GHz, 306-313 GHz, 320-330 GHz, 356-450 GHz;

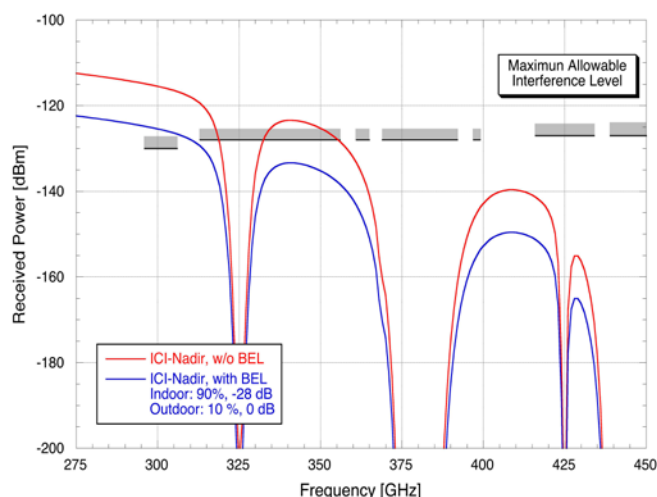


図2 集合されたLMSデバイスからの地球探査衛星用センサーの受信レベル例

### 3. WRC-19の議題1.15の結果

WRC-19では、2016-2019年のITU-R研究会期における結果及び各地域会合からの共同提案書をベースに審議が行われ、下記の結果が無線通信規則に反映され、Provisional Final Actsとして発行された。

#### (1) 周波数分配表の変更

下記のように新脚注5.X115が追加された。

**248-3 000 GHz**

Allocation to services		
Region 1	Region 2	Region 3
275-3 000	(Not allocated) 5.565 ADD 5.X115	

#### (2) 新脚注の追加

4つの周波数帯、275-296 GHz, 306-313 GHz, 318-333 GHz, 356-450 GHzをEESS(受動)保護のための特定条件無しでLMS/FS応用に特定された。さらに、296-306 GHz, 313-318 GHz, 333-356 GHzの3周波数帯は決議731(Rev.WRC-19)に従ってEESS(受動)を保護できる特定条件が明らかになるまで使用できない内容も追加された。また、RASの保護に対してはケースバイケースの特定条件で対処する内容も追加された。なお、上記4周波数帯のLMS/FSによる利用は他の無線通信業務に対して優先順位を定めないことも追加された。

#### (3) 脚注5.565は変更無し

275-3000 GHzを規定している脚注5.565の内容は維持された。

#### (4) 決議731(Rev.WRC-12)の変更

71 GHz以上の受動業務と能動業務間の共用両立性検討、特に100-102 GHz, 116-122.25 GHz, 148.5-151.5 GHz, 174.8-191.8 GHz, 226-231.5 GHz, 235-238 GHzの各周波数帯での共用条件を検討することをITU-Rに要請する決議であるが、296-306 GHz, 313-318 GHz, 333-356 GHzの各周波数帯においてEESS(受動)とLMS/FS応用が共用可能な特定条件を検討することを新たにITU-Rに要請することが追加された。この決議731(Rev.WRC-19)による研究の結果新たに脚注等の変更が必要になった場合には、将来のWRCにおいて議題化することも決議されている

#### (5) 決議767の削除

WRC-15で作成された決議767は、議題1.15の検討終了とともに削除された。

### 4. むすび

これまで各国では275 GHz以上で能動業務応用システムを使用する場合には、脚注5.565を参照して国内で対応していたと思われるが、新脚注5.X115により、LMS/FS応用システムのみに対しては、全世界で4つの周波数帯を特定条件無しで使用できるようになった(図3参照)。そのため世界的規模でLMS/FSデバイスの普及が可能となり、これら周波数帯の利用促進が可能となった。今後は、LMS応用システムとFS応用システム間の共存条件の検討等が関連WP等で進められると予想される。

図4は2016年版の無線通信規則の248-3000 GHz帯の周波数分配表であるが、252-265 GHz、265-275 GHzの周波数帯は既に移動・固定業務に分配されているために、今回の特定周波数帯275-296 GHzを追加すると、合計44 GHz帯の周波数帯域幅を確保することができる。従って、252-296 GHz帯、354-450 GHz帯の連続した帯域幅を今後活用する検討も進められると思われる。

なお、本成果の一部は総務省電波資源拡大のための研究開発「集積電子デバイスによる大容量映像の非圧縮低電力無線伝送技術の研究開発」によるものである。

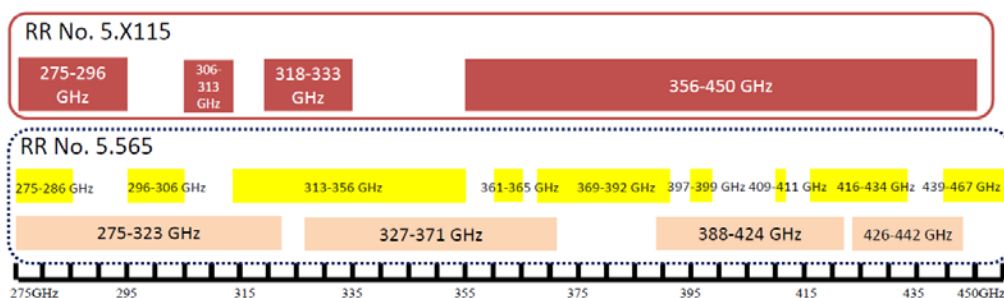


図3 特定周波数配置図

表 4 248-3000 GHz 周波数分配表 (RR Edition 2016)

248-3 000 GHz

Allocation to services		
Region 1	Region 2	Region 3
248-250	AMATEUR AMATEUR-SATELLITE Radio astronomy 5.149	
250-252	EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive) RADIO ASTRONOMY SPACE RESEARCH (passive) 5.340 5.563A	
252-265	FIXED MOBILE MOBILE-SATELLITE (Earth-to-space) RADIO ASTRONOMY RADIONAVIGATION RADIONAVIGATION-SATELLITE 5.149 5.554	
265-275	FIXED FIXED-SATELLITE (Earth-to-space) MOBILE RADIO ASTRONOMY 5.149 5.563A	
275-3 000	(Not allocated) 5.565	

参考文献

- [1] Question ITU-R 237/1, Technical and operational characteristics of the active services operating in the range 275-1 000 GHz, 2013.
- [2] Question ITU-R 256-1/5, Technical and operational characteristics of the land mobile service in the frequency range 275-1 000 GHz, 2015-2019
- [3] Question ITU-R 257-1/5, Technical and operational characteristics of stations in the fixed service in the frequency range 275-1 000 GHz, 2015-2019.
- [4] Report ITU-R SM.2352, Technology trends of active services in the frequency range 275-3 000 GHz, 2015.
- [5] Report ITU-R M.2417, Technical and operational characteristics of the land mobile service applications operating in the frequency range 275-450 GHz, 2015.
- [6] Report ITU-R F.2416, Technical and operational characteristics and applications of the point-to-point fixed service applications operating in the frequency band 275-450 GHz, 2015.
- [7] Report ITU-R SM.2450, Sharing and compatibility studies between land-mobile, fixed and passive services in the frequency range 275-450 GHz, 2019.
- [8] WRC-19 Provisional Final Acts, 2019.
- [9] Resolution 731 (REV.WRC-19), Consideration of sharing and adjacent-band compatibility between passive and active services above 71 GHz.
- [10] Resolution 732 (REV.WRC-12), Consideration of sharing between active services above 71 GHz.