

テラヘルツシステム応用推進協議会 全体会合

「テラヘルツシステム標準化の最新動向」

- 1 日時: 2017年12月12日(火) 15:00～
- 2 会場: テレコム先端技術支援センター 会議室B
(東京都新宿区富久町16-5 新宿高砂ビル2階)
<http://www.scat.or.jp/scat/kotu.html>

3 講演内容:

1. 「IEEE 802.15.3d(100 Gbit/s Wireless)について」

講師: 寶迫 巖 (情報通信研究機構)

2. 「WRC-19 議題 1.15 の検討状況」

講師: 小川 博世 (情報通信研究機構)

3. パネルディスカッション

「社会実装に向けたテラヘルツシステムの標準化の進め方」

パネラ: 小川 博世(情報通信研究機構)、 寶迫 巖 (情報通信研究機構)
笠松 章史(情報通信研究機構)

2017年12月12日
テラヘルツシステム応用推進協議会全体会合資料

IEEE 802.15.3d(100 Gbit/s Wireless)について

寶迫 巖 (情報通信研究機構)

あらまし

2017年9月末に成立した「IEEE Std 802.15.3d-2017, IEEE Standard for High Data Rate Wireless Multi-Media Networks-Amendment 2: 100 Gb/s Wireless Switched Point-to-Point Physical Layer」に関し、ユースケースやチャンネルプラン、変調方式、その他について解説する。

2017年12月12日
テラヘルツシステム応用推進協議会全体会合資料

WRC-19 議題 1.15 の検討状況

小川博世（情報通信研究機構）

あらまし WRC-19議題1.15は、275-450 GHzの周波数範囲において陸上移動業務応用及び固定業務応用に対して周波数帯を特定する議題である。本報告では、責任グループであるWP1Aのこれまでの検討状況を中心に、関連グループであるWP5AとWP5Cの検討結果も含めて、議題1.15に関する動向について報告する。

1. まえがき

WRC-19議題1.15は2015年に開催されたWRC-15においてAPT(275-1000GHz)とCEPT(275-450GHz)からの提案によって、他地域からの特段の反対もなく決議767(WRC-15)として成立した。陸上移動業務と固定業務への周波数特定が目的のためにWP5AとWP5Cが責任グループとして望ましいとの意見が多数であったが、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の見直し)の責任グループがWP1Aであったこと等の理由により、CPM19-1においてWP1AがWRC-19議題1.15の責任グループとなった。本報告は、2017年11月までの検討結果状況を概説する。

2. 決議767(WRC-15)

WRC-19議題1.15の決議767(WRC-15)の主要な概要は下記の通り。

resolves to invite the 2019 World Radiocommunication Conference

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、275-450 GHzの周波数範囲で運用する陸上移動業務応用と固定業務応用へ特定の検討を主管庁の使用のために行い、かつ適切な措置を講じること

Invites ITU-R

1. 275 GHz 以上の周波数で運用する陸上移動業務と固定業務のシステムの技術運用特性を特定すること (WP5A, WP5C)
2. 上記の研究結果を考慮に入れて陸上移動業務と固定業務のシステムのスペクトラム要求を研究すること (WP5A, WP5C)
3. 275-450 GHz の周波数範囲で陸上移動業務・固定業務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 (WP3K, WP3M)
4. 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陸上移動業務・固定業務と受動業務との共用両立性検討性を行うこと (WP1A)
5. 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、陸上移動業務と固定業務の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 (WP1A)

なお、CPM19-1で受動業務の技術運用特性情報をWP1AにWP7CとWP7Dから提供することが合意されており、2017年6月までにWP1Aへ最終データが提供された。

3. 議題1.15の検討状況

3.1 WP5AとWP5C

2017年11月会合において、下記のレポートが承認された。

- 1) NEW REPORT ITU-R M. [300GHZ_MS_CHAR] - Technical and operational characteristics of the land mobile service applications operating in the frequency range 275-450 GHz
- 2) NEW REPORT ITU-R F.[300GHz_FS_CHAR] - Technical and operational characteristics and applications of the point-to-point fixed service applications operating in the frequency band 275-450 GHz

3.2 WP1A

2017年11月会合において下記の作業文書の更新が行われた。

- 1) WORKING DOCUMENT TOWARDS A RELIMINARY DRAFT NEW REPORT ITU-R SM. [275-450GHZ_SHARING] - Sharing and compatibility studies between land-mobile, fixed and passive services in the frequency range 275-450 GHz
- 2) WORKING DOCUMENT TOWARDS DRAFT CPM TEXT FOR WRC-19 AGENDA ITEM 1.15

図1は脚注5.565でEESS(受動)と電波天文業務に特定されている周波数帯とWP5AとWP5Cからそれぞれ陸上移動業務応用システムと固定業務応用システムの技術運用特性が提供された周波数帯を示している。275-325GHz帯はWP5A、

WP5C ともに関心の高い周波数帯であるが、この周波数帯には EESS(受動)に特定されている 296-306 GHz 帯、313-320 GHz 帯、331-356 GHz 帯が存在しており、これらの周波数帯は地表からの距離が短くなる軌道観測(Conical scan、Nadir sounding)が行われている(図 2)。そのため大気減衰量が Limb sounding に比し大幅に減少するために FS 局からの合計電力値が干渉レベルの閾値よりも大きくなる可能性が指摘された(図 3、図 4)。その結果、上記 3 周波数帯では FS 局との共用可能性については否定されている。一方、275-286GHz 帯では Limb sounding のみしか使用されていないために、FS 局との共用は問題ないとの合意が得られている。

これらの検討結果を踏まえて、CPM テキスト案が作成されたが(参考資料 1)、FS に対して特定できる周波数帯候補として、275-286 GHz+286-296 GHz=275-296 GHz 帯が脚注案に記載されることになった。なお、306-313 GHz は EESS(受動)に特定されていないために脚注に追加する予定である。なお、LMS に対しては Limb sounding と共用できるとの結果が出されていたが、屋内利用を想定しているために当然の結果である。

296-325GHz 帯(306-313 GHz 帯を除く)において FS との共用を望むのであれば、干渉軽減技術(Mitigation Techniques)等を検討し、それにより干渉レベルを閾値よりも低下できることを示さなければならない。FS の展開シナリオ(表 1)を踏まえて技術運用特性の見直しを今後行うかどうか早急に判断する必要がある。

図1 脚注5.565で特定されている受動業務とWP5AとWP5Cで提案された技術運用特性の周波数帯

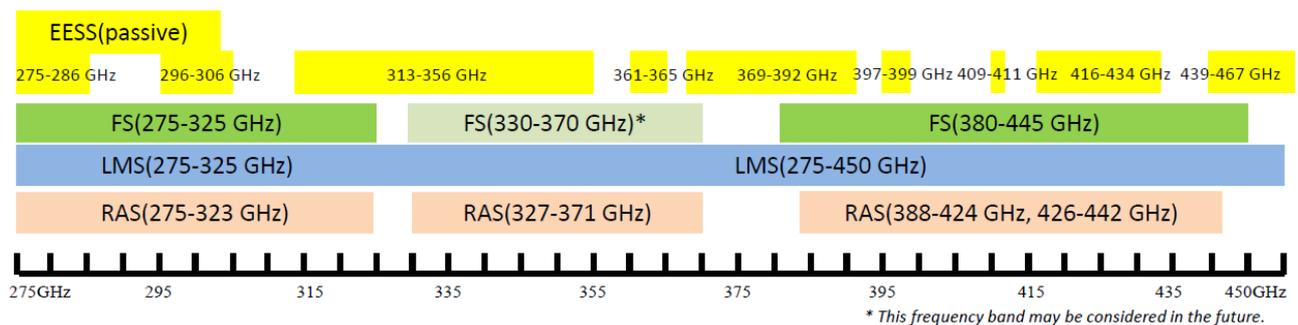
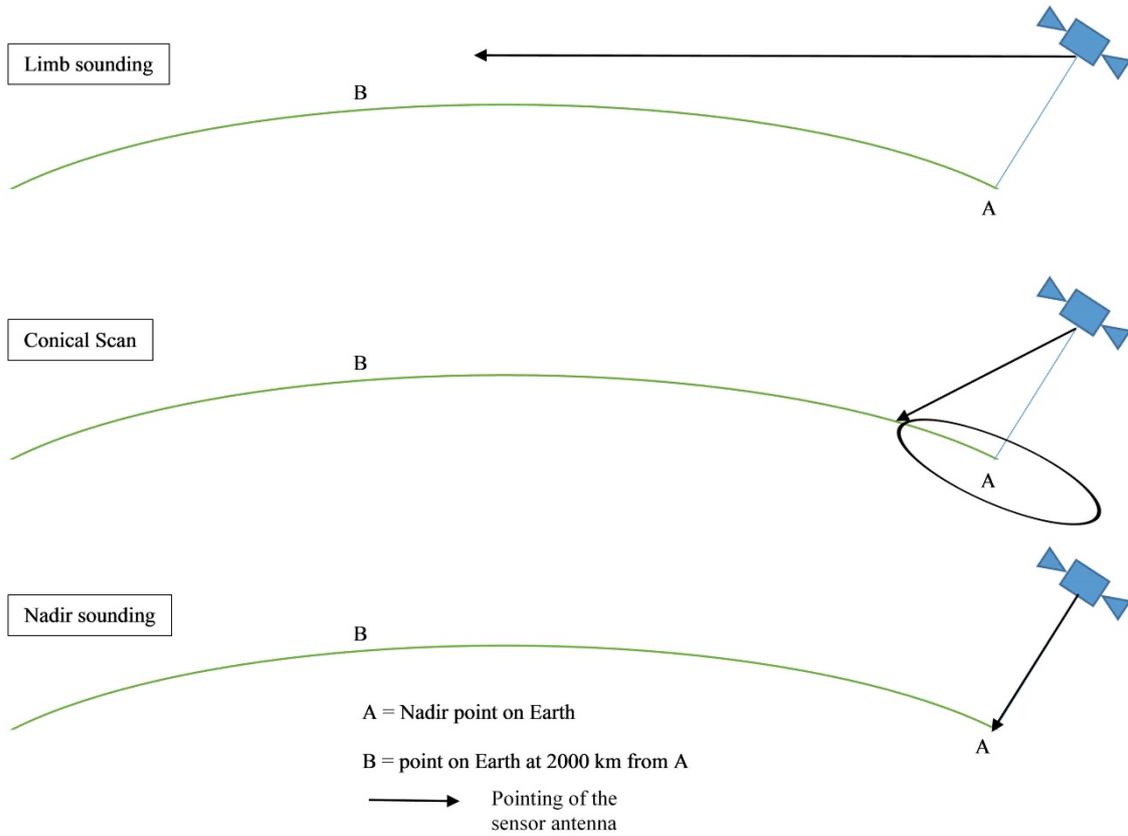
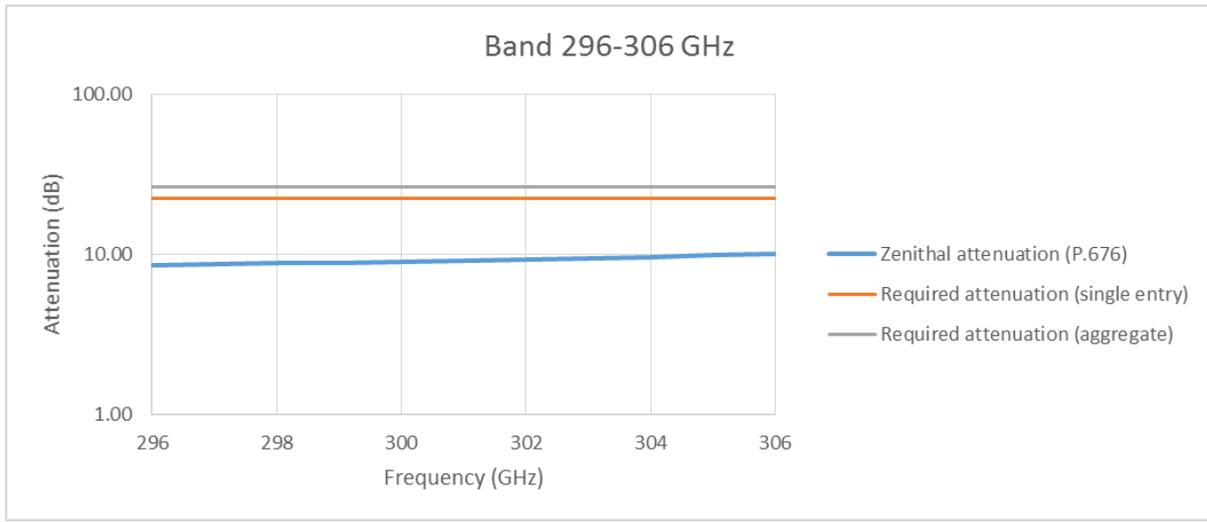


図2 Nadir, Limb, and Conical scanning modes of the EESS (passive) sensor



☒3 Comparison between required and P.676 attenuations (313-356 GHz)



☒4 Comparison between required and P.676 attenuations (361-365 GHz)

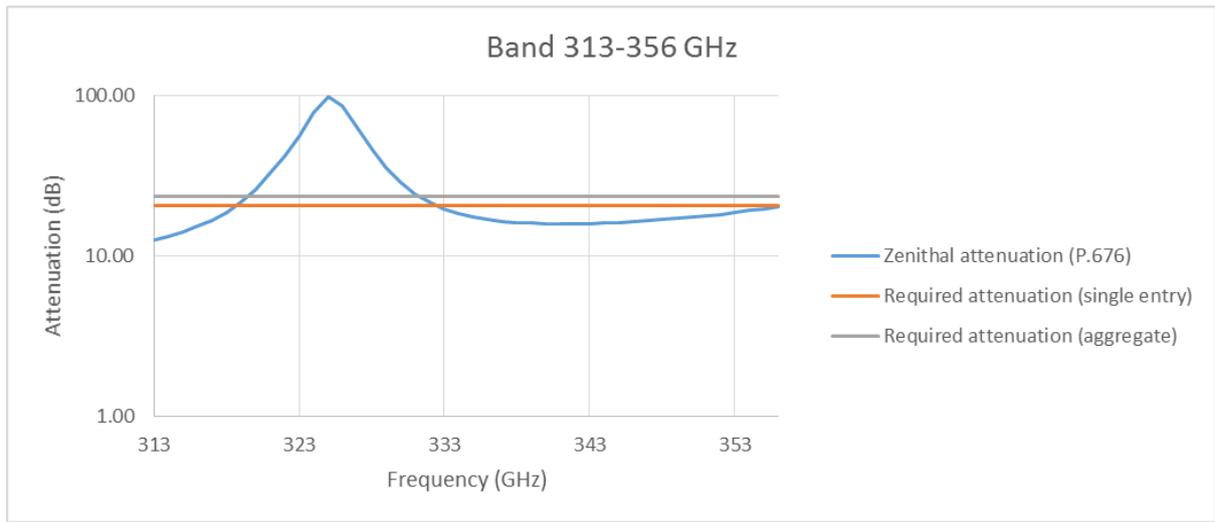


図5 日本から入力した検討結果

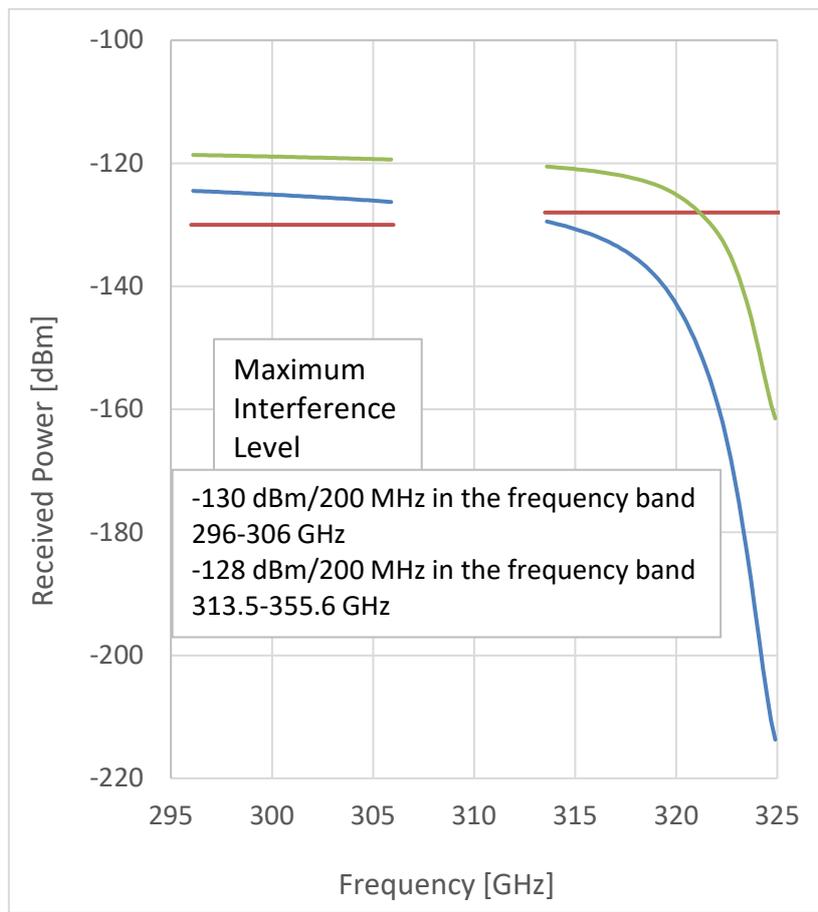


表1 主要都市におけるFSリンク密度例

Name of city	Size (km ²)	Population (M)	No. of FS links	FS links ¹ / km ²	FS links / inhab
Tokyo district	619	9.37	5200	8.4	0.0006
Yokohama	437.4	3.73	3674	8.4	0.0010
Osaka	223	2.70	1873	8.4	0.0007
Nagoya	326.4	2.30	2742	8.4	0.0012

Total	1605.8	18.1	13489	8.4	0.0007
¹ The FS link density is estimated on the condition that all four proposed millimetric waves will be regulated to use for IMT-2020 services					

表2 共用検討に用いるFSの技術運用特性

Frequency band (GHz)	275–325	380–445
Duplex Method	FDD/TDD	FDD/TDD <i>Editor's note: Other duplex in schemes are possible</i>
Modulation	BPSK/QPSK/8PSK/8APSK/16QAM/ 32QAM/64QAM BPSK-OFDM/QPSK-OFDM/ 16QAM-OFDM/32QAM- OFDM/64QAM-OFDM	BPSK/QPSK/8PSK/8APSK/ 16QAM/32QAM, 8PSK, 8APSK BPSK-OFDM/QPSK-OFDM/ 16QAM- OFDM/32QAM-OFDM
Channel bandwidth (GHz)	2.....25 (FDD) 2.....50 (TDD)	2.....32.5 (FDD) 2.....65 (TDD)
Spectrum mask	See Section 5.1.1	See Section 5.1.1
Tx output power range (dBm)	0...20	-10...10
Tx output power density range (dBm/GHz)	-17.....17	-28....7
Feeder/multiplexer loss range (dB)	0 ... 3	0 ... 3
Antenna gain range (dBi)	24 ... 50	24 ... 50
e.i.r.p. range (dBm)	44.....70	37.....60
e.i.r.p. density range (dBm/GHz)	30.....67	19.....57
Antenna pattern	Recommendation ITU-R F.699-7 (Single entry) Recommendation ITU-R F.1245-2 (Aggregate)	Recommendation ITU-R F.699-7 (Single entry) Recommendation ITU-R F.1245-2 (Aggregate)
Antenna type	Parabolic Reflector	Parabolic Reflector
Antenna height (m)	6-25	10-25
Antenna elevation (degree)	±20 (typical)	±20 (typical)
Receiver noise figure typical (dB)	15	15
Receiver noise power density typical (dBm/GHz)	-69	-69
Normalized Rx input level for 1×10 ⁻⁶ BER (dBm/GHz)	-61 ... -54	-61 ... -54
Link length (m)	100 ... 300	100 ... 300
Deployment Density	See below	See below

ARTICLE 5

Frequency allocations

Section IV – Table of Frequency Allocations

(See No. 2.1)

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 ADD 5.A115		

ADD

5.A115 The following frequency bands are identified for use by administrations for the implementation of the following active service applications:

- land-mobile service applications: 275-296 GHz, XXX-YYY GHz, 380-392 GHz, XXX-YYY GHz, 409-411 GHz, XXX-YYY GHz, 439-450 GHz;
- fixed service applications: 275-296 GHz, XXX-YYY GHz, 380-392 GHz, XXX-YYY GHz, 409-411 GHz, XXX-YYY GHz, 439-450 GHz;

Administrations wishing to make these above-mentioned frequency bands available for land-mobile and/or fixed service applications are urged to take all practicable steps to protect passive services operating according to RR No. **5.565** until the date when the Table of Frequency Allocations is established in the 275-1 000 GHz frequency range. Frequency bands in the 275-450 GHz range not identified under this footnote were deemed incompatible with the existing EESS (passive) and RAS applications identified in RR No. **5.565**

In the frequency bands 275-323 GHz, 327-371 GHz, 388-424 GHz and 426-442 GHz, some specific conditions (e.g. minimum separation distances and/or avoidance angles) may be necessary to ensure protection of radio astronomy sites from land-mobile and/or fixed service applications, on a case by case basis.

RESOLUTION 767 (WRC-15)

Studies towards an identification for use by administrations for land-mobile and fixed services applications operating in the frequency range 275-450 GHz

参考資料2 RR脚注5.565

5.565 275-1000GHzの周波数範囲のうち、以下の周波数帯は、受動業務のアプリケーションのために主管庁により使用が特定されている。

- － 電波天文業務：275-323GHz, 327-371GHz, 388-424GHz, 426-442GHz, 453-510GHz, 623-711GHz, 795-909GHz, 926-945GHz
- － 地球探査衛星業務(受動)及び宇宙研究業務(受動)：275-286GHz, 296-306GHz, 313-356GHz, 361-365GHz, 369-392GHz, 397-399GHz, 409-411GHz, 416-434GHz, 439-467GHz, 477-502GHz, 523-527GHz, 538-581GHz, 611-630GHz, 634-654GHz, 657-692GHz, 713-718GHz, 729-733GHz, 750-754GHz, 771-776GHz, 823-846GHz, 850-854GHz, 857-862GHz, 866-882GHz, 905-928GHz, 951-956GHz, 968-973GHz, 985-990GHz

受動業務による275-1000GHzの周波数帯の使用は、能動業務によるこの周波数帯の使用を妨げてはならない。275-1000GHzの周波数範囲を能動業務のために利用しようとする主管庁は、275-1000GHzの周波数範囲の分配表が規定される日まで、これらの受動業務を有害な混信から保護するため、実行可能な全ての措置を執ることを要請される。

1000-3000GHzの周波数範囲における全ての周波数は能動業務及び受動業務の双方に使用することができる。

(原典)

5.565 The following frequency bands in the range 275-1 000 GHz are identified for use by administrations for passive service applications:

- radio astronomy service: 275-323 GHz, 327-371 GHz, 388-424 GHz, 426-442 GHz, 453-510 GHz, 623-711 GHz, 795-909 GHz and 926-945 GHz;
- Earth exploration-satellite service (passive) and space research service (passive): 275-286 GHz, 296-306 GHz, 313-356 GHz, 361-365 GHz, 369-392 GHz, 397-399 GHz, 409-411 GHz, 416-434 GHz, 439-467 GHz, 477-502 GHz, 523-527 GHz, 538-581 GHz, 611-630 GHz, 634-654 GHz, 657-692 GHz, 713-718 GHz, 729-733 GHz, 750-754 GHz, 771-776 GHz, 823-846 GHz, 850-854 GHz, 857-862 GHz, 866-882 GHz, 905-928 GHz, 951-956 GHz, 968-973 GHz and 985-990 GHz.

The use of the range 275-1 000 GHz by the passive services does not preclude use of this range by active services. Administrations wishing to make frequencies in the 275 1 000 GHz range available for active service applications are urged to take all practicable steps to protect these passive services from harmful interference until the date when the Table of Frequency Allocations is established in the above-mentioned 275 1 000 GHz frequency range.

All frequencies in the range 1 000-3 000 GHz may be used by both active and passive services. (WRC-12)