

WRC-19議題1.15の検討状況

2017年12月12日

小川博世

IEEE Life Fellow

NICTテラヘルツ研究センター

無線通信規則(RR)の周波数配置表

248-1 000 GHz

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
275-1 000	(Not allocated)	5.565

From 5.149, administrations are urged to take all practicable steps to protect the radio astronomy service from harmful interference

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及び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及び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。

WRC-19議題1.15

決議767(WRC-15)の決議内容

- 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陸上移動業務応用と固定業務応用へ周波数特定の検討を行い、かつ適切な措置を講じること

決議767(WRC-15)によるITU-Rへの要請

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た。

新レポートがSG5で承認



- 下記の新レポート案が2017年11月のSG5会合で承認された。
- 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
- 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

Parameters	Values	
	CPMS application	Enhanced CPMS application
Frequency band (GHz)	275-325	275-450
Deployment density ¹	0.6 devices/km ²	0.6 devices/km ²
Tx output power density (dBm/GHz)	-3.8...6.9	-10.1...6.7
Max. e.i.r.p. density(dBm/GHz)	26.2.....36.9	19.9...36.7
Duplex Method	FDD/TDD	FDD/TDD
Modulation	OOK/BPSK/QPSK/16QAM/64QAM BPSK-OFDM/QPSK-OFDM/ 16QAM-OFDM/32QAM-OFDM/64QAM-OFDM	OOK/BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/8PSK/8APSK BPSK-OFDM/QPSK-OFDM/ 16QAM-OFDM/32QAM-OFDM/64QAM-OFDM
Average distance between CPMS fixed and mobile devices (m)	0.1	0.1
Maximum distance between CPMS fixed and mobile devices (m)	1	1
Antenna height (m)	1...2	-
Antenna beamwidth (degree)	3...10	5...90
Antenna elevation (degree)	±90	±90
Frequency reuse	1	1
Antenna type	Horn	Horn
Antenna pattern	Gaussian	Gaussian
Antenna polarization	Linear	Linear
Indoor CPMS fixed device deployment (%)	100	90
Feeder loss (dB)	2	2
Maximum CPMS fixed/mobile device output power (dBm)	10	10
Channel bandwidth (GHz)	2.16/4.32/8.64/12.96/17.28/ 25.92/51.8	2.16/4.32/8.64/12.96/17.28/25.92/ 51.84/69.12/103.68
Transmitter spectrum mask	provided in Figure 1 and Table 2	provided in Figure 1 and Table 2
Maximum CPMS fixed device antenna gain (dBi)	30	30
Maximum CPMS mobile device antenna gain (dBi)	15	15
Maximum CPMS fixed device output power (e.i.r.p.) (dBm)	40	40
Maximum CPMS mobile device output power (e.i.r.p.) (dBm)	25	25
Average activity factor (%)	0.76	0.2
Average CPMS fixed device power (dBm (e.i.r.p))	20	20
Receiver noise figure typical (dB)	15	15

¹ Detailed information of deployment density is provided below.

陸上移動業務応用(KIOSK)の展開シナリオ

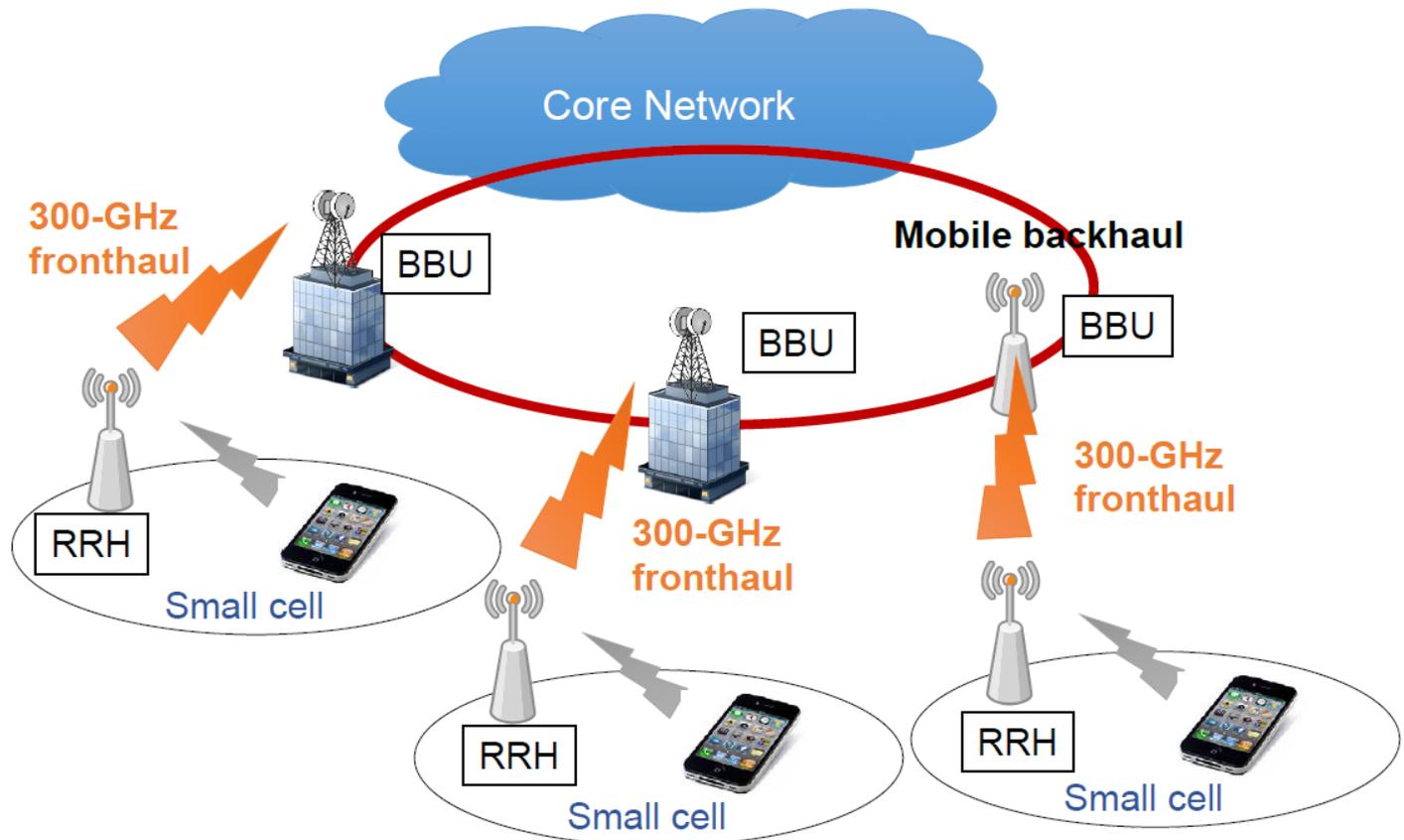
1	Average number of customers of convenience store	1 000/day
2	Percentage of customers bringing CPMS devices	20%
3	Downloaded 2-hour movies per CPMS customer	2
4	CPMS device throughput	6.9 Gb/s (see Table 4)
5	Intrinsic time of downloading by one customer	2.2 sec.
6	Total time of downloading	440 sec.
7	Typical opening hour of convenience store	7 am-11 pm (57 600 sec.)
8	Estimated activity factor/store	0.76 %

Metropolitan and Prefecture	Number of convenience store	Size (km ²)
Tokyo	7 183	2 190
Kanagawa	3 765	2 415
Saitama	2 833	3 797
Chiba	2 637	5 157
Ibaraki	1 315	6 096
Gunma	950	6 362
Tochigi	888	6 408
Kanto area ¹	19 571	32 425
¹ Kanto is the regional name including Tokyo metropolitan and the above 6 prefectures.		

固定業務応用の技術運用特性が提案された周波数帯

■ 固定業務応用システム

- ✓ 275-325 GHz
- ✓ 380-445 GHz



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

固定業務応用 (Fronhaul and Backhaul) の展開シナリオ

Calculation of FS links in the 275–450 GHz range for some highly populated cities in Japan

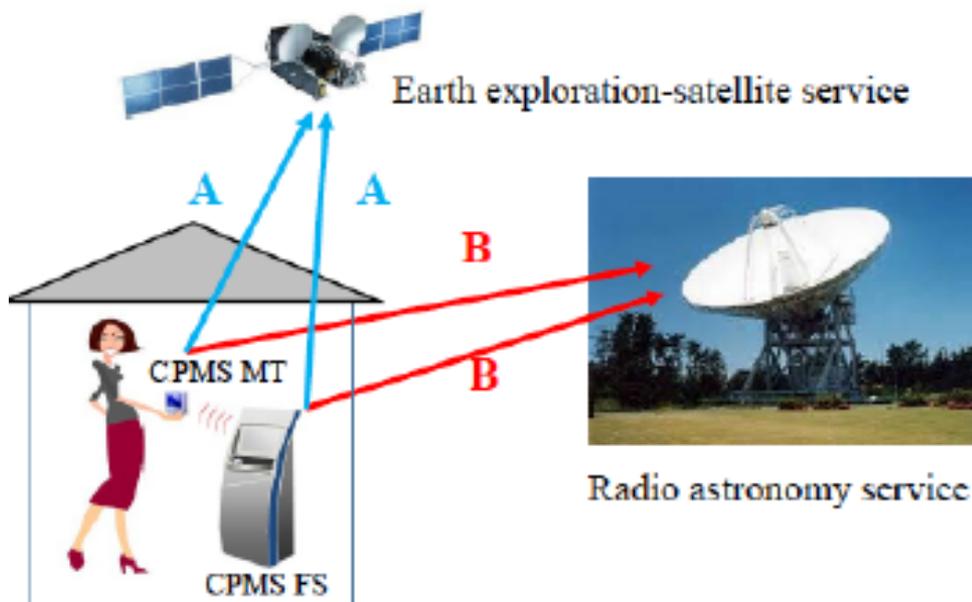
Name of city	Size (km ²)	Population (M)	No. of FS links	FS links ¹ / km ²	FS links / inhab
Tokyo district	619	9.37	5200	8.4	0.0006
Yokohama	437.4	3.73	3674	8.4	0.0010
Osaka	223	2.70	1873	8.4	0.0007
Nagoya	326.4	2.30	2742	8.4	0.0012
Total	1605.8	18.1	13489	8.4	0.0007

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

陸上移動業務応用システムからの干渉シナリオ

Scenario	Interfering	Interfered with	Propagation model (See Annex 3)
A	LMS mobile terminal fixed station	EESS sensor	TBDR Rec. ITU-R P.619, Rec. ITU-R P.[CLUTTER] ¹ , Rec. ITU-R P.[BEL] ²
B	LMS mobile terminal fixed station	RAS station	TBDR Rec. ITU-R P.452, Rec. ITU-R P.[CLUTTER] ³ , Rec. ITU-R P.[BEL] ²

¹ The satellite-path clutter loss at 300-GHz band of 0 dB is extrapolated from this recommendation.
² The building entry loss at 300-GHz band of 73 dB is extrapolated from this recommendation.
³ The terrestrial-path clutter loss at 300-GHz band of 47 dB is extrapolated from this recommendation.

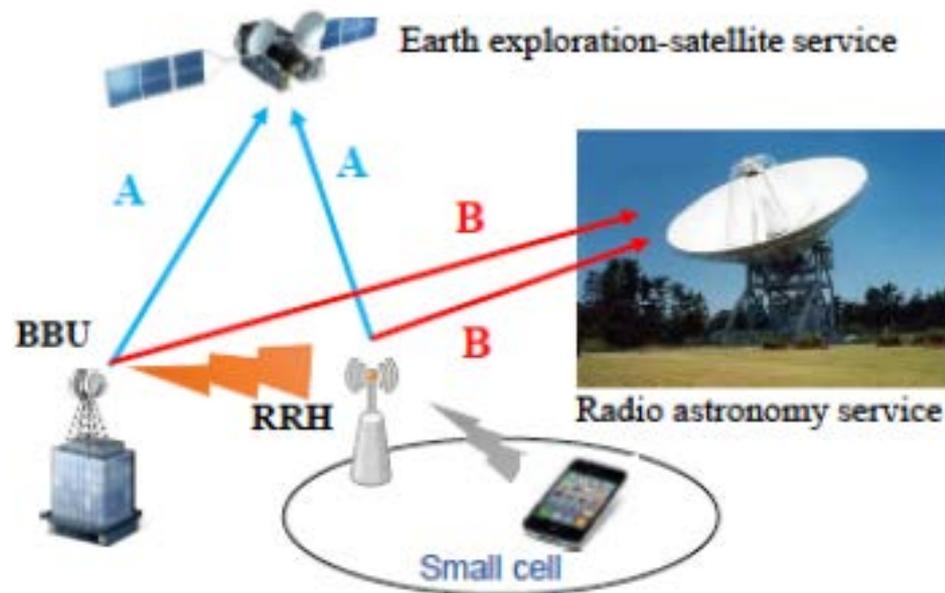


固定業務応用システムからの干渉シナリオ

Scenario	Interfering	Interfered with	Propagation model (See Annex 3)
A	BBU/RRH	EESS sensors	TBD Rec. ITU-R P.619, Rec. ITU-R P.[CLUTTER] ¹
B	BBU/RRH	RAS station	TBD Rec. ITU-R P.452, Rec. ITU-R P.[CLUTTER] ²

¹ The satellite-path clutter loss at 300-GHz band of 16 dB with an elevation angle 12 degrees is extrapolated from this recommendation.

² The terrestrial-path clutter loss at 300-GHz band of 47 dB is extrapolated from this recommendation.



17年11月会合における暫定結果
の共用検討結果 サーに対しては共用可能(275-286 GHz帯、409-
の共用検討結果 観測センサーが使用する周波数帯(296-306 GHz GHz帯、331-356 GHz帯)では共用できない
検討結果 能性が高い
検討結果 不十分であるが、設置実装等で対処可能

2017年11月会合における暫定結果

EISS(受動)の共用検討結果

nb観測センサーに対しては共用可能(275-286 GHz帯、409-411 GHz帯)

■ FSとEISS(受動)の共用検討結果

- ✓ Nadir, Conical観測センサーが使用する周波数帯(296-306 GHz帯、313-320 GHz帯、331-356 GHz帯)では共用できない

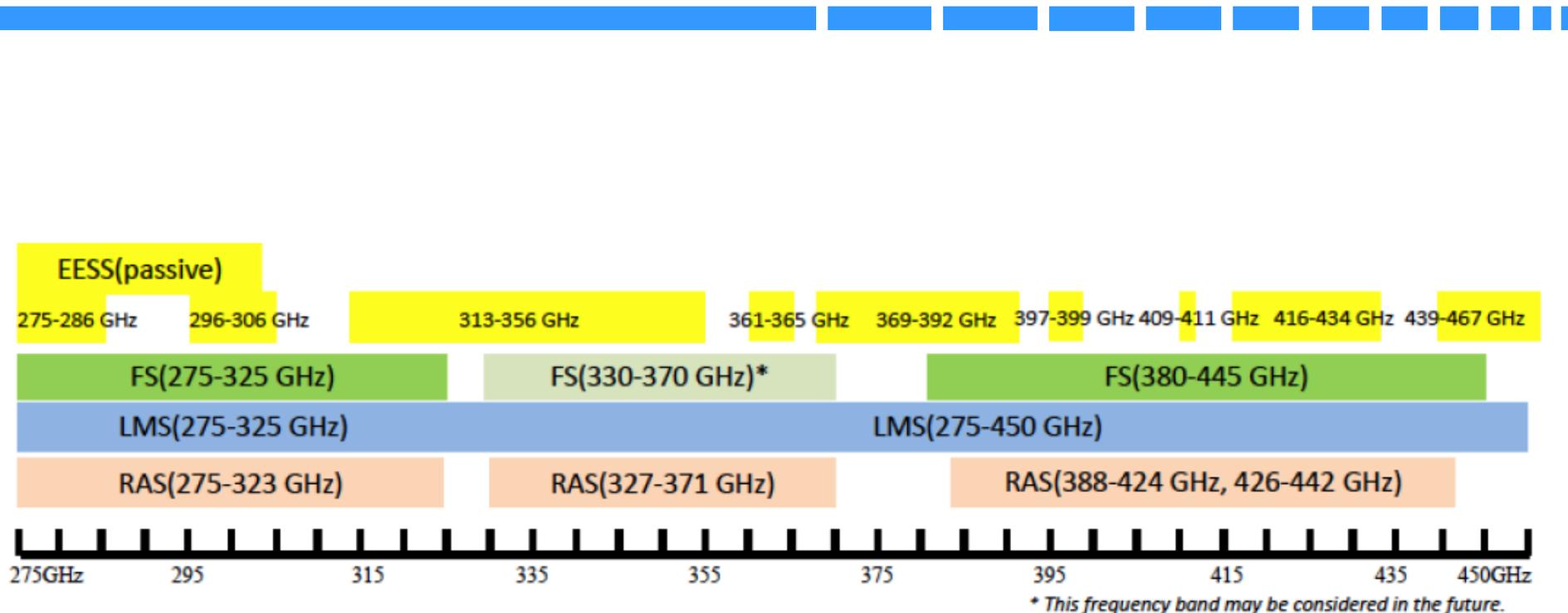
■ LMSとRASの共用検討結果

- ✓ 共用できる可能性が高い

■ FSとRASの共用検討結果

- ✓ 大気減衰では不十分であるが、設置実装等で対処可能

275-450GHz帯で検討すべき周波数帯



2017年11月時点のCPMテキスト案

■ 新脚注案を追加することで合意

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;

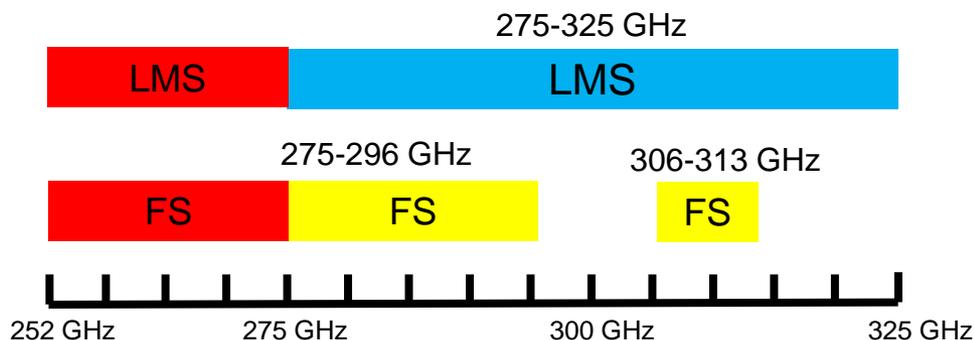
Administrations wishing to make these above-mentioned frequency bands available for land-mobile and/or fixed service applications are urged to take all practicable steps to protect passive services operating according to RR No. **5.565** until the date when the Table of Frequency Allocations is established 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.

まとめ

- WP5AとWP5Cから提供された技術運用特性の周波数帯及び展開シナリオを用いた共用検討の結果、275-296 GHz, 380-392 GHz, 409-411 GHz, 439-450 GHzの各周波数帯がFSに特定可能との暫定結果がCPMテキスト案に盛り込まれた。なお、306-313 GHzはEESS(受動)に特定されていないために、次回追加は可能。
- 下記の図面は、2018年6月のWP1A会合において予想される特定周波数帯であるが、296-306 GHz, 313-325 GHzのFS特定を行うためには、干渉軽減技術の提案とその効果を入力する必要がある。

(WP5AにおいてWRC-19議題1.16のための干渉軽減技術に関する新レポート案の検討が進められているが、このレポート案の検討はWRC1-5議題1.1のために2013年ごろから開始されたが、完成の見込みは未定)



325 GHz以上の周波数帯は省略