

衛星通信システム委員会作業班（第11回）

OneWebについて

2018年1月18日

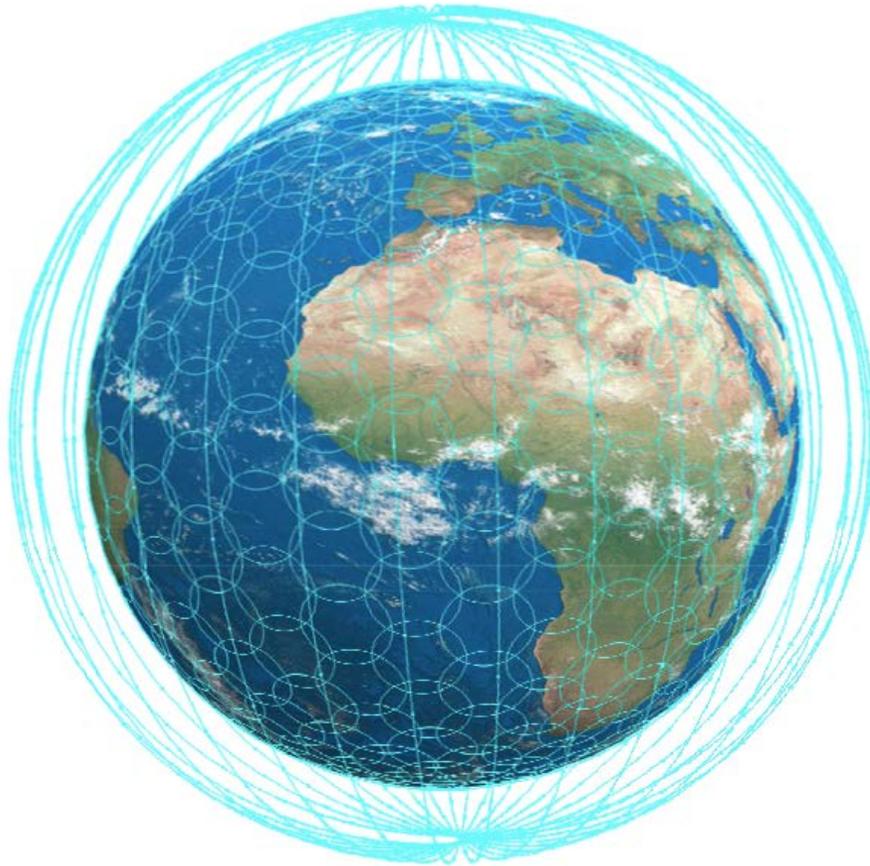
ソフトバンクグループ株式会社

ソフトバンク株式会社

 SoftBank

OneWebの概要

ソフトバンクはOneWebに出資 グローバルな衛星通信事業に参入



会社設立：2012年

Founder：Greg Wyler

CEO：Eric Beranger

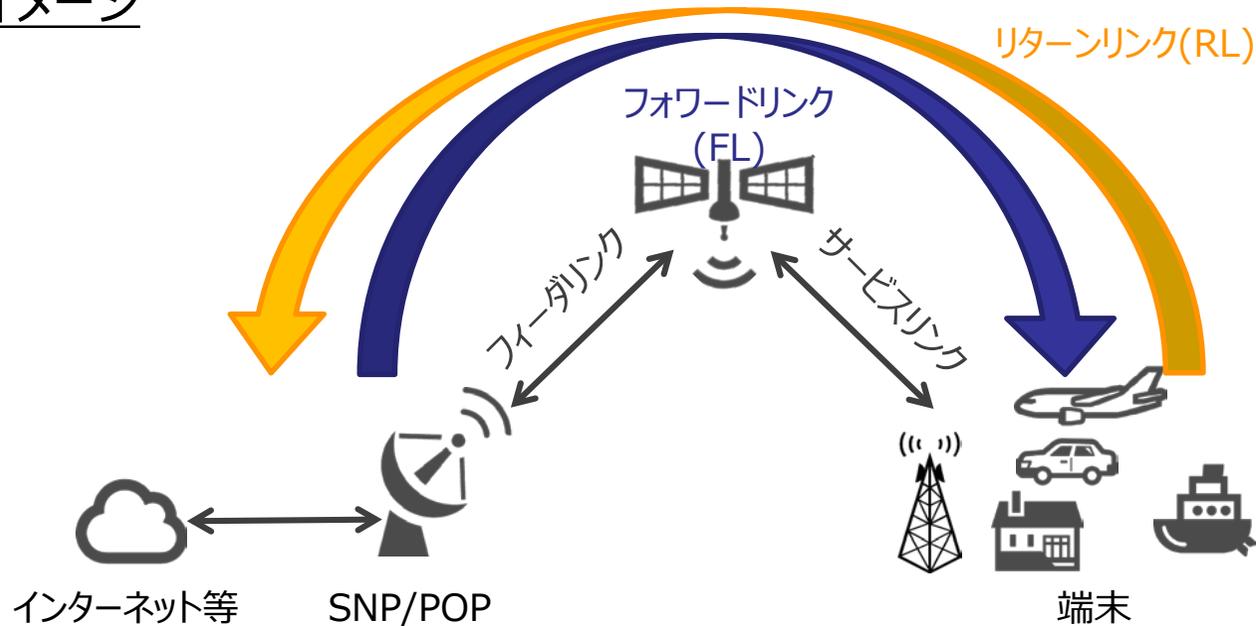
打上げ開始：2018-19年

サービス開始：2020年（部分的）

衛星総数：882機（Full）

軌道高度：1,200km

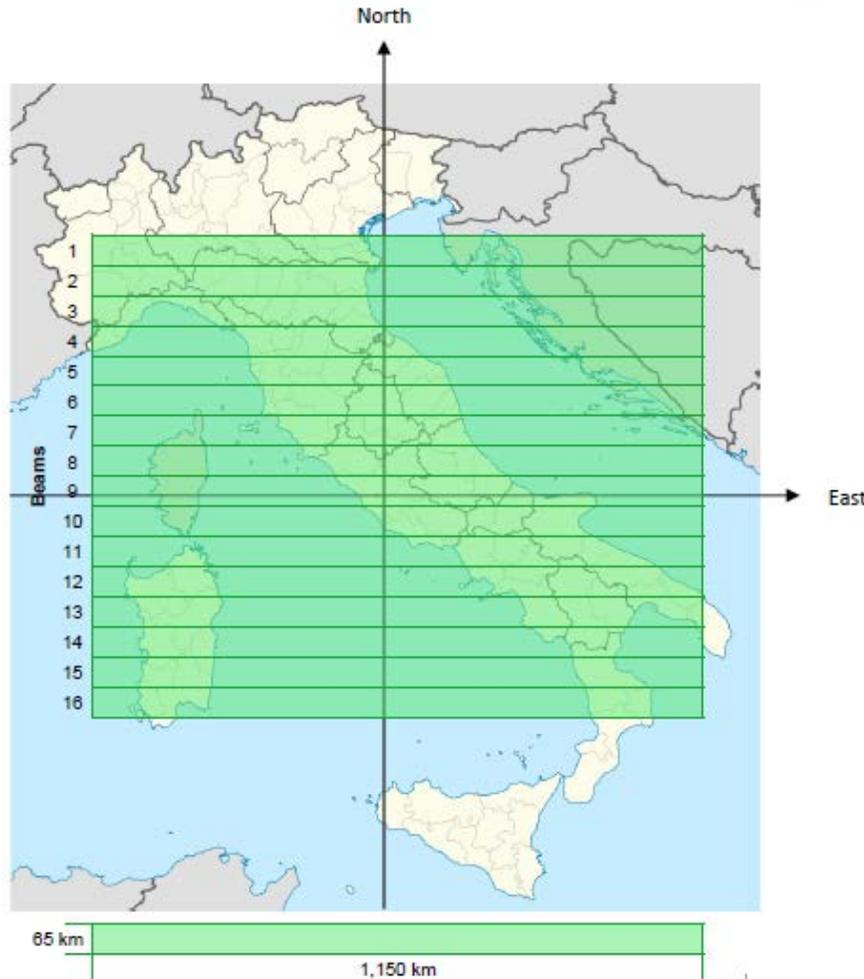
接続イメージ



利用周波数(計画)

周波数帯	周波数範囲	用途	方向
Ku	10.7 - 12.7 GHz	サービスリンク	FL(宇宙→地球)
Ku	14.0 - 14.5 GHz	サービスリンク	RL(地球→宇宙)
Ka	17.8 - 18.6 GHz 18.8 - 19.3 GHz	フィーダリンク	RL(宇宙→地球)
Ka	27.5 - 29.1 GHz 29.5 - 30.0 GHz	フィーダリンク	FL(地球→宇宙)

ビームパターン(サービスリンク)



周波数利用方法(計画)

RL(地球→宇宙)

125MHz

6チャンネル / 1ビーム
20MHz / チャンネル

FL(宇宙→地球)

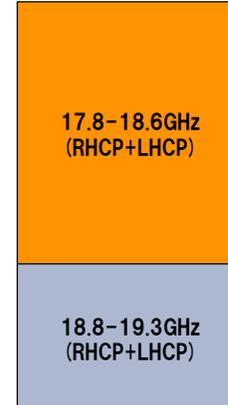
250MHz

1チャンネル / 1ビーム
250MHz / チャンネル

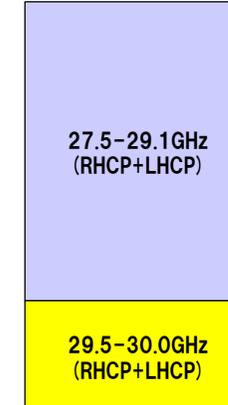
サービスリンク

- RL(地球→宇宙)
16ビーム(LHCP)
- FL(宇宙→地球)
16ビーム(RHCP)

RL(宇宙→地球)



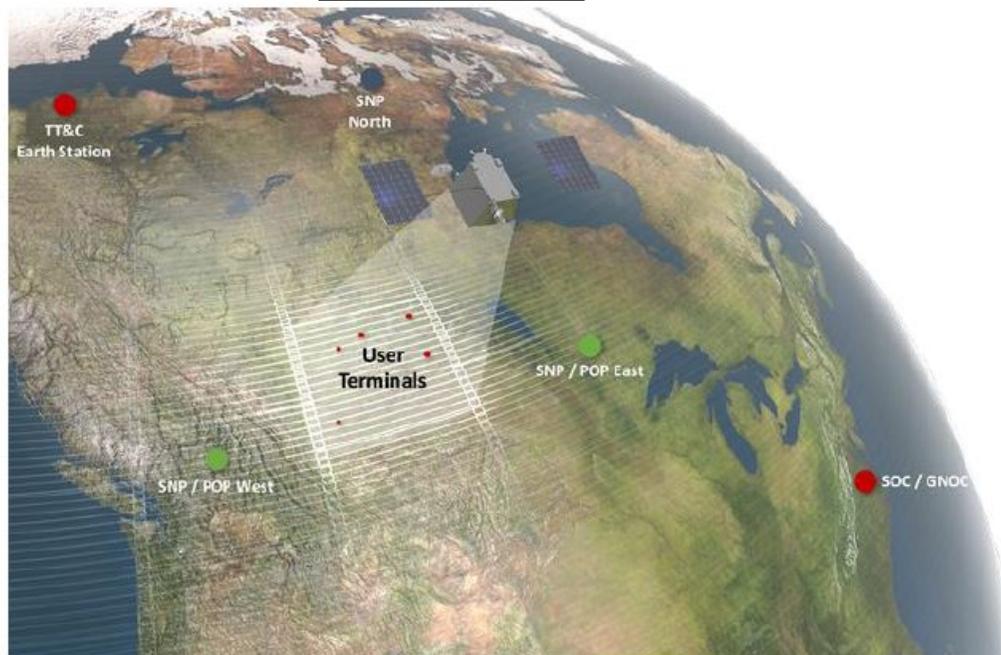
FL(地球→宇宙)



フィードリンク

- RL、FLともに偏波多重利用

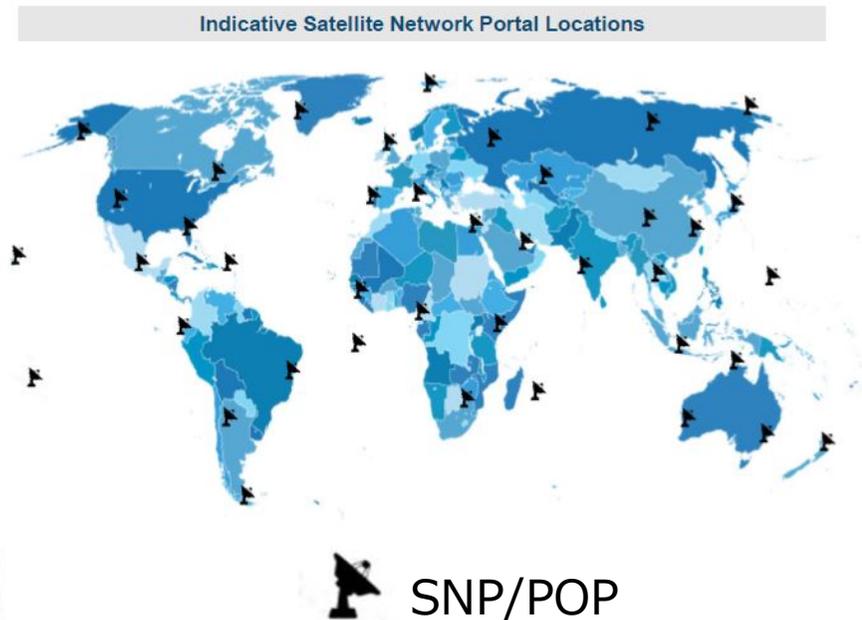
地球局種別



PoP – Point of Presence
 SNP – Satellite Network Portal
 SOC – Satellite Operations Center

GNOC – Global Network Operations Center
 TT&C – Tracking Telemetry and Command

地球局設置個所(想定)



SNP/POP

**50-60局程度のSNP/POPで
 全世界をカバー**

SNP/POP	ユーザ通信のためのGW設備（アンテナ/RF制御、ビーム制御、通信リソース制御、コアネットワーク）設置局
TT&C	衛星管制のためのTT&C設備設置局（高緯度圏に開設予定）
SOC	衛星管制センタ
GNOC	地上設備管制センタ

アンテナ種別



パラボナアンテナ



電子式(機械式)平面アンテナ

サービス

	Aero
	Maritime
	Military
	Government

	Consumer Broadband
	Enterprise
	Mobile Services
	Car

Service Stage1

運用開始時期

- ・2020年上期

カバレッジ

- ・日本、北米/欧州の一部

※ SS1については GW局の設置場所で
カバーエリアが変更となる可能性があります。

Service Stage2

運用開始時期

- ・2020年下期

カバレッジ

- ・~125ヶ国(赤道±22度以上) 海上を含む

Service Stage3

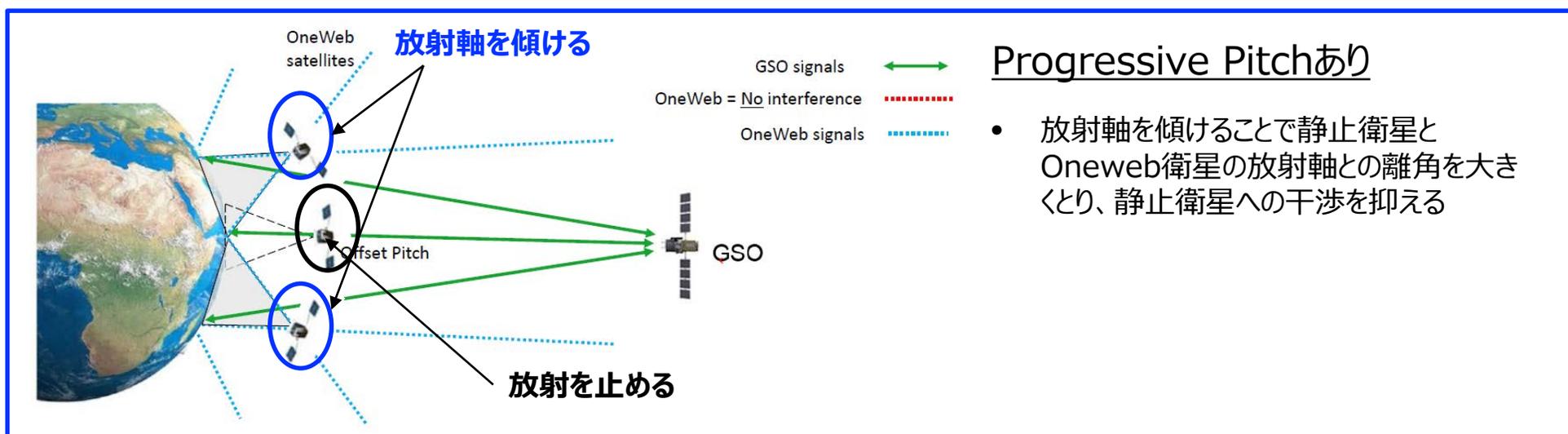
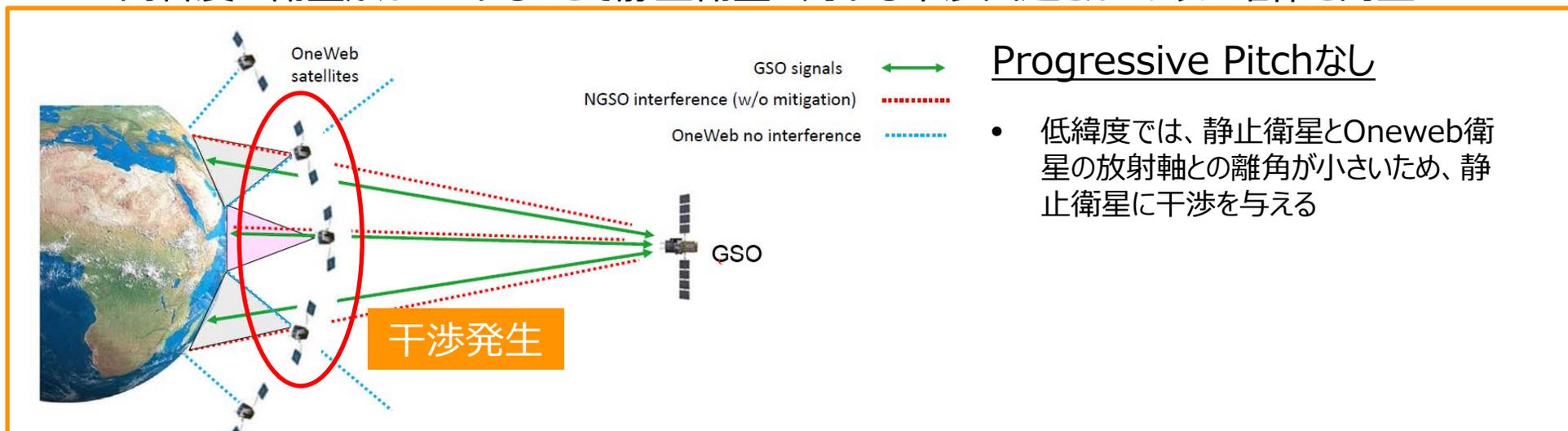
運用開始時期

- ・2022年

カバレッジ

- ・~227ヶ国(全世界) 海上を含む

OneWeb独自の制御技術(Progressive pitch)により、低軌道の衛星は電波発射を停止し高緯度の衛星がカバーすることで静止衛星に対する干渉回避とカバレッジ確保を両立



	2018年度	2019年度	2020年度
衛星システム		<p>▲ パイロット衛星によるシステム検証</p>	<p>▲ Service Stage 1</p> <p>▲ Service Stage 2</p>
打ち上げ		<p>▲ パイロット衛星</p> <p>▲ 商用衛星 順次打ち明け</p>	
地球局		<p>▲ パイロット地球局</p> <p>▲ 国内地球局</p> <p>世界各地における地上局展開</p>	
ユーザ端末		<p>▲ パイロット端末</p>	<p>▲ 商用端末リリース</p>

国際標準化・制度化状況

周波数の国際分配状況(10.7~12.7GHz)

第一地域	第二地域	第三地域
10.7 - 10.95 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.441 固定衛星 (地球から宇宙) 5.484 移動 (航空移動を除く)	10.7 - 10.95 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.441 移動 (航空移動を除く)	
10.95 - 11.2 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 固定衛星 (地球から宇宙) 5.484 移動 (航空移動を除く)	10.95 - 11.2 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 移動 (航空移動を除く)	
11.2 - 11.45 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.441 固定衛星 (地球から宇宙) 5.484 移動 (航空移動を除く)	11.2 - 11.45 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.441 移動 (航空移動を除く)	
11.45 - 11.7 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 固定衛星 (地球から宇宙) 5.484 移動 (航空移動を除く)	11.45 - 11.7 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 移動 (航空移動を除く)	
11.7 - 12.5 GHz 固定 放送 放送衛星 5.492 移動 (航空移動を除く) 5.487 5.487A	11.7 - 12.1 GHz 固定 5.486 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 5.488 移動 (航空移動を除く) 5.485	11.7 - 12.2 GHz 固定 移動 (航空移動を除く) 放送 放送衛星 5.492 5.487 5.487A
	12.1 - 12.2 GHz 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 5.488 5.485 5.489	
	12.2 - 12.7 GHz 固定 移動 (航空移動を除く) 放送 放送衛星 5.492 5.487A 5.488 5.490	12.2 - 12.5 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484B 移動 (航空移動を除く) 放送 5.484A 5.487
12.5 - 12.75 GHz 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 固定衛星 (地球から宇宙) 5.494 5.495 5.496		12.5 - 12.75 GHz 固定 固定衛星 (宇宙から地球) 5.484A 5.484B 移動 (航空移動を除く) 放送衛星 5.493

5.487A

付加分配：第一地域では11.7 - 12.5 GHz、第二地域では12.2 - 12.7 GHz及び第三地域では11.7 - 12.2 GHzの周波数帯は、非静止衛星システムに限り、一次的基礎で固定衛星業務（宇宙から地球）にも分配し、固定衛星業務の他の非静止衛星システムとの調整のため、無線通信規則第9.12号の規定に従うことを条件とする。固定衛星業務の非静止衛星システムは、それが適当な場合には固定衛星業務の非静止衛星システムのための完全な調整情報又は通告情報、また、それが適当な場合には静止衛星通信網のための完全な調整情報又は通告情報の無線通信局による受領の日にかかわらず、無線通信規則に従って運用する放送衛星業務の静止衛星網からの保護を求めてはならず、かつ、無線通信規則第5.43A号の規定は適用しない。

この周波数帯における固定衛星業務の非静止衛星システムは、その運用中に生ずる可能性がある許容できないいかなる混信をも迅速に除去できるような方法で運用されなければならない。

周波数の国際分配状況(14~14.5GHz)

第一地域	第二地域	第三地域
	14 - 14.25 GHz 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.457B 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 無線航行 5.504 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.504C 5.506A 宇宙研究 5.504A 5.505	
	14.25 - 14.3 GHz 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.457B 5.484A 5.484 5.506 5.506B 無線航行 5.504 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.506A 5.508A 宇宙研究 5.504A 5.505 5.508	
14.3 - 14.4 GHz 固定 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.457B 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 移動 (航空移動を除く) 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.506A 5.509A 無線航行衛星 5.504A	14.3 - 14.4 GHz 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 移動衛星 (地球から宇宙) 5.506A 無線航行衛星 5.504A	14.3 - 14.4 GHz 固定 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 移動 (航空移動を除く) 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.506A 5.509A 無線航行衛星 5.504A
	14.4 - 14.47 GHz 固定 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.457B 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 移動 (航空移動を除く) 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.506A 5.509A 宇宙研究 (宇宙から地球) 5.504A	
	14.47 - 14.5 GHz 固定 固定衛星 (地球から宇宙) 5.457A 5.457B 5.484A 5.484B 5.506 5.506B 移動 (航空移動を除く) 移動衛星 (地球から宇宙) 5.504B 5.506A 5.509A 電波天文 5.149 5.504A	

欧州では、OneWebの技術的条件を用いた共用検討や、その結果を踏まえたKu帯非静止衛星システムに関する標準の策定が進行中



- ◆ **EN 303 980**（欧州統一規格；**遵守義務あり**）
⇒Ku帯地球局に関する技術標準。現在発行準備中。
- ◆ **SRdoc TR 103 399**（システム参照文書）
⇒Ku帯地球局に関する検討結果（ECC Report 271の共用共存検討結果を含む）、欧州統一利用に向けた制度に関するETSIの見解を纏めた文書。欧州以外の地域向けの参照文書の位置付けもあり。2018年1月発行



- ◆ **ECC Decision (17)04**（ECC決定；**遵守義務なし**）
⇒Ku帯固定地球局の欧州統一利用・個別免許免除に関する制度の標準。2017年6月発行済。
- ◆ **ECC Report 271**（レポート）
⇒Ku帯非静止衛星システムに関する共用共存検討結果を纏めたレポート。2018年3月最終承認予定。
- ◆ **new ECC Decision**（ECC決定）
⇒Ku帯移動地球局の欧州統一利用・個別免許免除に関する制度の標準。2018年7月発行を目指しECC WG FMで検討中

■概要

Ku帯地球局（固定/移動）に関する技術標準。 EU無線機器指令の必須要件を満たす仕様を規定。

仕様が定められている項目	該当条項	概要
EIRP密度マスク	4.2.1	ITU-R S.1503-2のシミュレーションに用いたEIRP密度マスク値の公表義務
アンテナのビーム・ポインティング	4.2.2	エラー検知やエラー/抑制時間の最大値の公表義務
軸外スプリアス放射	4.2.3	電界強度、スプリアスEIRP上限値を規定
軸上スプリアス放射	4.2.4	スプリアスのEIRPスペクトラル密度の上限値を規定
搬送波抑圧	4.2.5	故障・放射停止時の軸上EIRP密度の上限値を規定
放射停止	4.2.6	停止方法、地球局のインタフェース公表義務など
NGSO地球局のIDと位置	4.2.7	送信中の地球局やその地理的な位置の特定・報告の手段を具備する義務
制御・監視機能 (CMFs)	4.2.8	プロセッサ監視機能の具備、Network Control Facilityとのやり取りの手順など
受信アンテナのoff-axis利得パターン	4.2.9	co-polarized/cross-polarizedコンポーネント毎の最大アンテナ利得を規定
ブロッキング性能	4.2.10	Receiver blocking rejectionの下限值を規定
隣接信号選択性	4.2.11	所望信号に対する隣接信号の電力レベルを規定

■現在のステータス & 今後のスケジュール



■概要

Ku帯非静止衛星システムと運用する固定地球局の、周波数の欧州統一利用と個別免許免除に関する制度の標準。

- 10.7-12.75GHz (↓) と14-14.5GHz (↑) を、NGSO FSS衛星システムの固定地球局用に指定。
- 以下の場合に、上記帯域で運用する固定地球局の個別免許を免除。
 - a. センターからの制御、EN 303 980の準拠など技術的・運用的要求条件を満たす
 - b. $eirp \leq 60\text{dBW}$
(1つのアンテナが2以上の送信機と一緒にいる場合、又は1つの送信機がマルチキャリアオペレーションを行う場合、メインローブのアンテナからの全ての同時放射の合計値が上記水準を満たしている)
 - c. 10.7-11.7GHzの固定業務の無線局からの保護を要求しない
 - d. 他の一次業務との共存性を維持しながらNGSO FSS衛星システムと運用する
 - e. 機器の利用に関してEUのRadio Equipment Directive Article 3(2)の基本要件を順守する
- 飛行場周辺の調整に関しては、本Decision Annex 2に定める要求条件を用いることも可能。
- 2017年6/30発行済。(CEPT加盟国に対する推奨施行時期：2017年12/30)

■概要

- **Ku帯のFSS帯域で運用する非静止衛星システムに関する共用共存結果を纏めたレポート。**
- 本結果はNGSO FSSの①周波数の欧州統一利用、②地球局の個別免許免除に関する制度の標準（ECC Decision）のベースとなる。
- 共用検討におけるNGSO FSS側パラメータはOneWebのものを使用。
- 共用共存検討対象業務：（結果は次ページにサマリ掲載）

	GHz	共用周波数帯	隣接周波数帯
OneWeb ↓	10.7-12.75		<ul style="list-style-type: none"> • 電波天文(10.6-10.7GHz) • 地球探査衛星(10.6-10.7GHz)
OneWeb ↑	14-14.5	<ul style="list-style-type: none"> • 固定業務 • 電波天文（二次業務） 	

- 当初計画では14-14.5GHzのみの検討であったが、電波天文からの要求に基づき10.7GHzの隣接共用も対象に追加
- 宇宙研究、無線航行、無線航行衛星は分配はされているものの展開無しのため共用検討対象外
- 静止衛星ネットワークとの共用は、RR Article 22に規定された静止衛星保護のためのEPFDを満たす必要があるため、追加共用検討は不要 (ETSI TR 103 399)
- 10.7-12.7GHzは固定業務からの被干渉が考えられるが、欧州では包括免許の場合は個別免許を有する業務からの干渉許容を原則としていることから、OneWeb被干渉の検討は実施されていない

■現在のステータス & 今後のスケジュール

- SE40会合（12/19～20）：意見募集結果を踏まえたレポート最終化
- WGSE会合（1/22～26）、ECC Plenary（2/27～3/2）：最終承認

■ 共用共存検討結果

既存業務		FSS 地球局	FSS側の 条件	共用共存検討結果
帯域	展開状況			
10.6-10.7 電波天文	ベルギー、独、伊、露、 ポルトガル、スペイン、ス ウェーデン、トルコ、英	—	電力制限	<ul style="list-style-type: none"> FSS宇宙局の不要発射： 時間率2%以上で10.6-10.7GHzのEPFD\leq-241 dBW/m² 不要発射実現のため、フィルタ挿入等に加え、電波天文/地球探査衛星が見えるエリアでは最隣接チャネル(10.7~10.95GHz)の発射停止
10.6-10.7 EESS(受動)	露			
14.25-15.5 FS	英、仏、独、露、伊、 ルーマニア (露は廃止予定)	固定	地理的離隔	<ul style="list-style-type: none"> FS周辺に“保護ゾーン”設定。FSSの同一チャネル送信を規制。 保護ゾーンの規模は個々の局の特性や地形により決定。 ※規模感：フラット環境 58~77km。実際の地形考慮 11km。
		移動 (陸上)		<ul style="list-style-type: none"> FS周辺に“保護ゾーン”設定。FSSの同一チャネル送信を規制 (GPSを利用し、Network Control Unitで自動停止) 保護ゾーンの規模は個々の局の特性や地形により決定。 ※規模感：フラット環境 23~33km。実際の地形考慮 10km。
		移動 (海上)	電力制限	<ul style="list-style-type: none"> 水平方向にEIRP -33dBW/40kHzの地球局の場合、(海岸近くのFS保護のための) 海岸からの地理的離隔は不要 あらゆるNGSO FSSシステムを網羅するため、海岸ではPFD制限の設定が可能。 推奨値：時間率0.06% or 4.5%で-116 dBW/m²/MHz @ 海拔80m
		移動 (航空)		Pfd mask : θ = 水平面上の入射波の到来角度 $\theta \leq 5^\circ$: -122 dB(W/(m ² ·MHz)) $5^\circ < \theta \leq 40^\circ$: -127+ θ dB(W/(m ² ·MHz)) $40^\circ < \theta \leq 90^\circ$: -87 dB(W/(m ² ·MHz))

■ETSI

- **EN 303 980**

http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303900_303999/303980/01.01.01_30/en_303980v010101v.pdf

■ECC

- **ECC Decision (17)04**

<http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCDEC1704.pdf>

- **draft ECC Report 271**

[https://cept.org/files/9522/Draft%20ECC%20Report%20271_SE\(17\)097A08.docx](https://cept.org/files/9522/Draft%20ECC%20Report%20271_SE(17)097A08.docx)

国内既存システムとの共用検討について

■ 共用検討対象システム

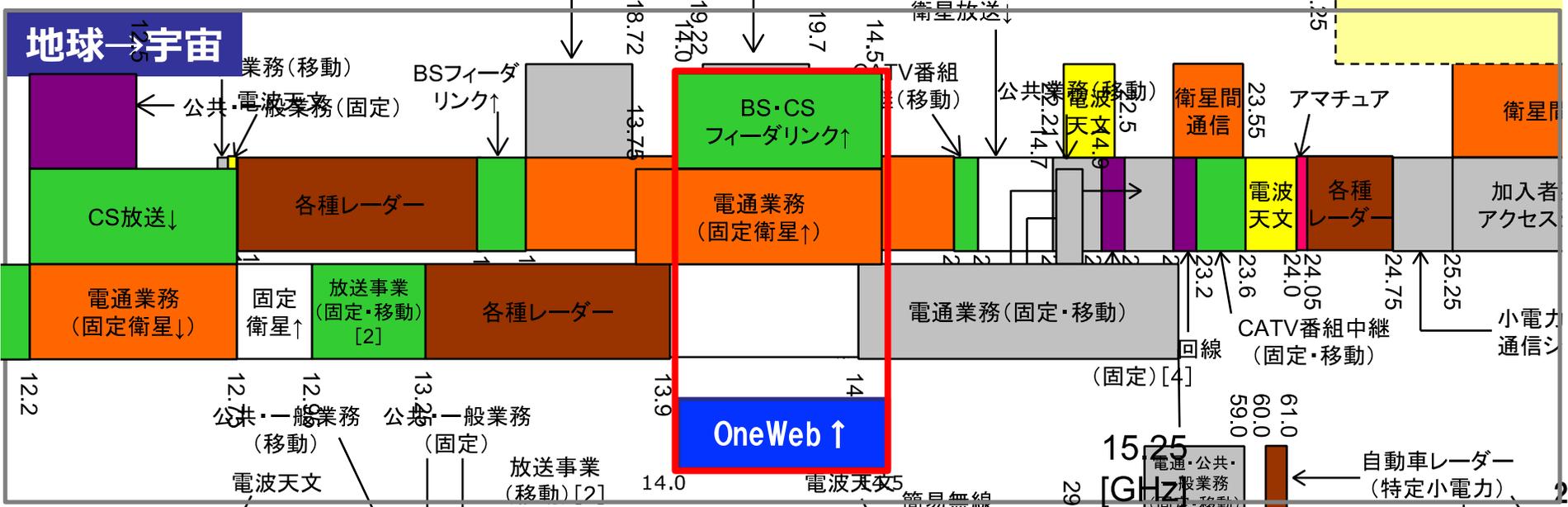
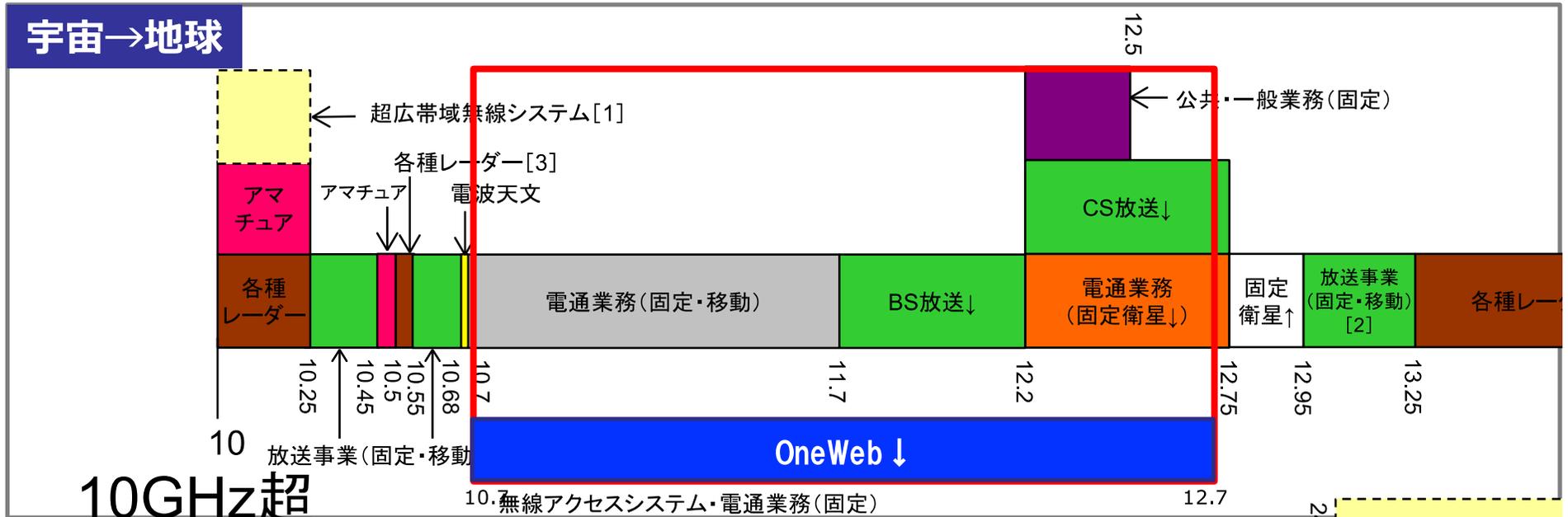
	GHz	共用周波数帯	隣接周波数帯
OneWeb ↓	10.7-12.7	<ul style="list-style-type: none">11GHz帯電通業務（固定・移動）12GHz帯公共・一般業務（固定）	<ul style="list-style-type: none">電波天文(10.6-10.7GHz)
OneWeb ↑	14-14.5	<ul style="list-style-type: none">15GHz帯電通業務（固定・移動）	

- 静止衛星ネットワーク（放送衛星を含む）との共用は、欧州での検討と同様にRR Article 22遵守により追加共用検討は不要
但し、個別の衛星ネットワークとの運用調整を検討中
- 被干渉については運用が可能である観点で検討を実施

■ 共用検討手法

- 地球局種別
 - 固定局（可動型パラボラアンテナ）に加え、移動局（フェーズドアレイアンテナ）を検討
- アンテナ利得・送信出力・EIRPマスク・不要発射強度・仰角条件 等
 - ECC Report 271に準じたパラメータを設定
- 共用検討対象システムパラメータ
 - ECC Report 271に準じ、関連するITU-R勧告等を利用
- 共用検討手法
 - ECC Report 271に準じ、関連するITU-R勧告等の手法、または地理的条件を考慮したシミュレーションを実施

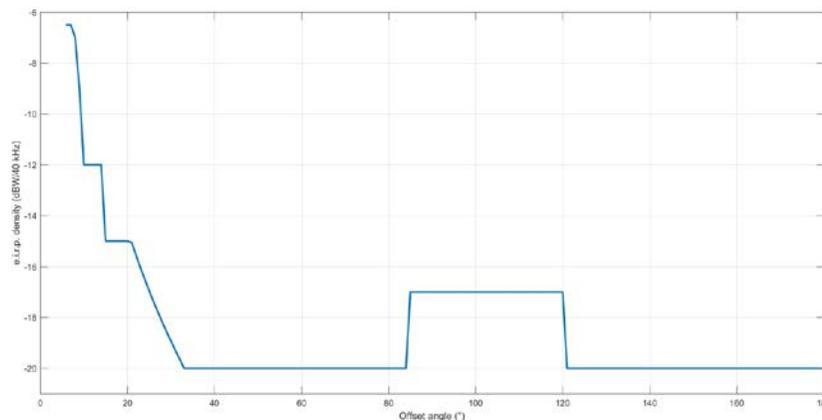
(参考) OneWeb利用帯域と国内既存システム



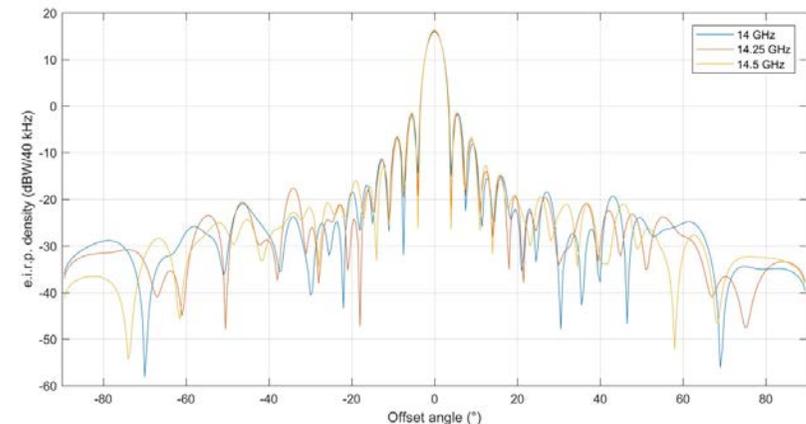
地球局パラメータ

	コンシューマ向け地球局	エンタープライズ向け地球局
周波数	14.0 - 14.5 GHz	14.0 - 14.5 GHz
最大EIRP	34 dBW	34 dBW
CH幅 (ABW)	20 MHz	20 MHz
帯域幅 (OBW)	18.2 MHz	18.2 MHz
アンテナ径	0.45 m	0.9 m
アンテナ最小仰角	50 - 60 °	50 - 60 °
送信アンテナビーム幅	3.24 °	1.64 °
送信空中線利得	35 dBi	41 dBi
送信給電線損失	1 dB	1 dB
送信電力(アンテナ入力点)	0 dB	-6 dB

地球局EIRPマスク

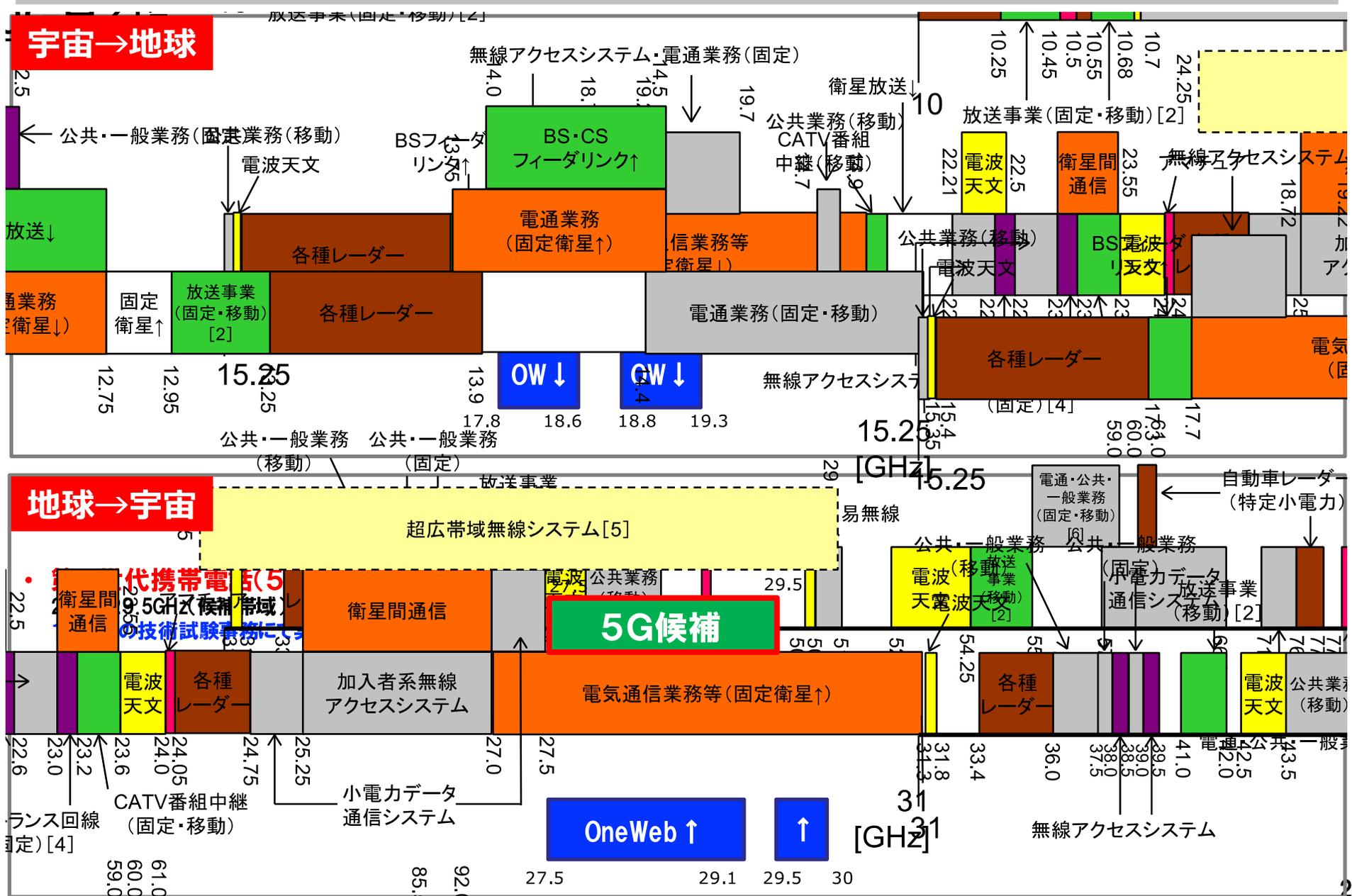


固定局 (パラボラアンテナ)



移動局 (フェーズドアレイアンテナ)

(参考) フィーダリンク利用帯域と国内既存システム



以上

付属資料

静止衛星との調整について（1）

		Minimum Frequency [GHz]	Maximum Frequency [GHz]	Type		GSOとの調整
①	Ku	10.7	12.7	Service Link	↓ (Space-to-Earth)	RR Article22(EPFD Limit)
②	Ku	14.0	14.5	Service Link	↑ (Earth-to-Space)	RR Article22(EPFD Limit)
③	Ka	17.8	18.6	Feeder Link	↓ (Space-to-Earth)	RR Article22(EPFD Limit)
④	Ka	17.8	18.4	Feeder Link	IS(Inter-Satellite)	RR Article22(EPFD Limit)
⑤	Ka	18.8	19.3	Feeder Link	↓ (Space-to-Earth)	個別調整
⑥	Ka	19.7	20.2	Feeder Link	↓ (Space-to-Earth)	RR Article22(EPFD Limit)
⑦	Ka	27.5	28.6	Feeder Link	↑ (Earth-to-Space)	RR Article22(EPFD Limit)
⑧	Ka	28.6	29.1	Feeder Link	↑ (Earth-to-Space)	個別調整
⑨	Ka	29.5	30.0	Feeder Link	↑ (Earth-to-Space)	RR Article22(EPFD Limit)

※⑤、⑧はRR Article22の規定対象外

【Ku帯】 調整不要

- Ku帯衛星網に対して、RR Article22に規定されているGSO衛星に対するEPFDの閾値を満たすことで各衛星網との個別調整不要

【Ka帯】 調整継続中

- 一部の帯域(18.8-19.7/28.6-29.5GHz)以外の衛星網に対して、RR Article22に規定されているGSO衛星に対するEPFDの閾値を満たすことで各衛星網との個別調整不要
- 18.8-19.7/28.6-29.5GHzの衛星網に対して、個別調整実施中