

# Ku/Ka帯を用いた非静止衛星システムの高度化に係る周波数共用技術に関する調査検討

## 平成30年度結果追加報告(Ku/Ka帯周波数共用検討)

---

2019年8月22日

衛星通信システム委員会作業班(第16回)

 株式会社三菱総合研究所

# はじめに

第15回衛星通信システム委員会作業班にてKu帯周波数共用検討について報告したが、送信局および受信局の想定しているアンテナ高が1.5mに固定して離隔距離を計算したことに対し、あくまでも一例であり、この結果から一般的な結論を導くことは難しいとの指摘があった。

この指摘をもとに、アンテナ高が離隔距離に影響する以下のシナリオについて再検討を行った結果をご報告する。

	No.	与干渉	被干渉	同一/隣接
ダウンリンク	4	電気通信業務(固定、移動)(10.7-11.7GHz)	Ku帯非静止衛星(地球局)(10.7-12.75GHz)	同一
	5	公共・一般業務(固定)(12.2-12.5GHz)	Ku帯非静止衛星(地球局)(10.7-12.75GHz)	同一
アップリンク	6-1	Ku帯非静止衛星(地球局)(12.75-13.25GHz)	放送事業(固定、移動)(12.95-13.25GHz)	同一
	6-2			隣接
	7-1	Ku帯非静止衛星(地球局)(13.75-14.5GHz)	電気通信業務(固定、移動)(14.4-15.25GHz)	同一
	7-2			隣接

※シナリオ8(Ku帯非静止衛星(地球局)から電波天文)は国内に14.5GHz帯の電波天文台がないことよりこの検討から除外した。

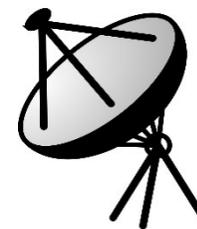
また、これらの離隔距離の計算ではITU-R勧告P.452-16を用いており、時間率20%、 $\Delta N$ (大気屈折率の最悪月の平均値)は50、 $N_0$ (海面レベル屈折率)は350、 $d_{ct}$ (送信点からの海岸までの陸上距離)と $d_{cr}$ (受信点から海岸までの陸上距離)はともに500km、標高は0m、ゾーンはA2(内陸)とし、1km間隔で計算した。

ku帯非静止衛星の地球局は車載局を想定したアンテナ高1.5mと固定局を想定したアンテナ高20m(ECC Report 271での想定)、その他のアンテナ高は1.5m、5m、10m、25m、50mとした。

## (参考) 周波数共用検討シナリオ

	No.	与干渉	被干渉	同一/隣接
ダウン リンク	1	Ku帯非静止衛星(宇宙局)(10.7-12.75GHz)	電波天文(10.6-10.7GHz)	隣接
	2	Ku帯非静止衛星(宇宙局)(10.7-12.75GHz)	電気通信業務(固定、移動)(10.7-11.7GHz)	同一
	3	Ku帯非静止衛星(宇宙局)(10.7-12.75GHz)	公共・一般業務(固定)(12.2-12.5GHz)	同一
	4	電気通信業務(固定、移動)(10.7-11.7GHz)	Ku帯非静止衛星(地球局)(10.7-12.75GHz)	同一
	5	公共・一般業務(固定)(12.2-12.5GHz)	Ku帯非静止衛星(地球局)(10.7-12.75GHz)	同一
アップ リンク	6-1	Ku帯非静止衛星(地球局)(12.75-13.25GHz)	放送事業(固定、移動)(12.95-13.25GHz)	同一
	6-2			隣接
	7-1	Ku帯非静止衛星(地球局)(13.75-14.5GHz)	電気通信業務(固定、移動)(14.4-15.25GHz)	同一
	7-2			隣接
	8-1	Ku帯非静止衛星(地球局)(13.75-14.5GHz)	電波天文(14.47-14.5GHz) ※現在国内での利用なし	同一
	8-2			隣接
	9	放送事業(固定、移動)(12.95-13.25GHz)	Ku帯非静止衛星(宇宙局)(12.75-13.25GHz)	同一
10	電気通信業務(固定、移動)(14.4-15.25GHz)	Ku帯非静止衛星(宇宙局)(13.7-14.5GHz)	同一	

## シナリオ4&amp;5 電気通信業務、一般・公共業務→ Ku帯非静止衛星(地球局)



電気通信業務(固定、移動)(10.7-11.7GHz)  
 公共・一般業務(固定)(12.2-12.5GHz)

Ku帯非静止衛星(地球局)  
 10.7GHz~12.75GHz

E.I.R.P.\*

→ 11GHz帯(周波数帯幅:40MHz、60MHz)

65-25log $\theta$ (2.5度 $\leq \theta < 48$ 度)

23dBm(48度 $\leq \theta$ )

→ 12GHz帯(周波数帯幅:30MHz)

58-22.5log $\theta$ (2.5度 $\leq \theta < 48$ 度)

20dBm(48度 $\leq \theta < 90$ 度)

78.5-0.65 $\theta$ dBm(90度 $\leq \theta < 110$ 度)

7dBm(110度 $\leq \theta$ )

許容干渉レベル(dBW)

→ ITU-R SF.1006-0 Table 1より

長時間(20%)

$10 \log(kT_r B) + J - W = -154$

短時間(0.0025%)

$10 \log(kT_r B) + 10 \log\left(10^{\frac{M_S}{10}} - 1\right) + N_L - W = -143$

アンテナ利得

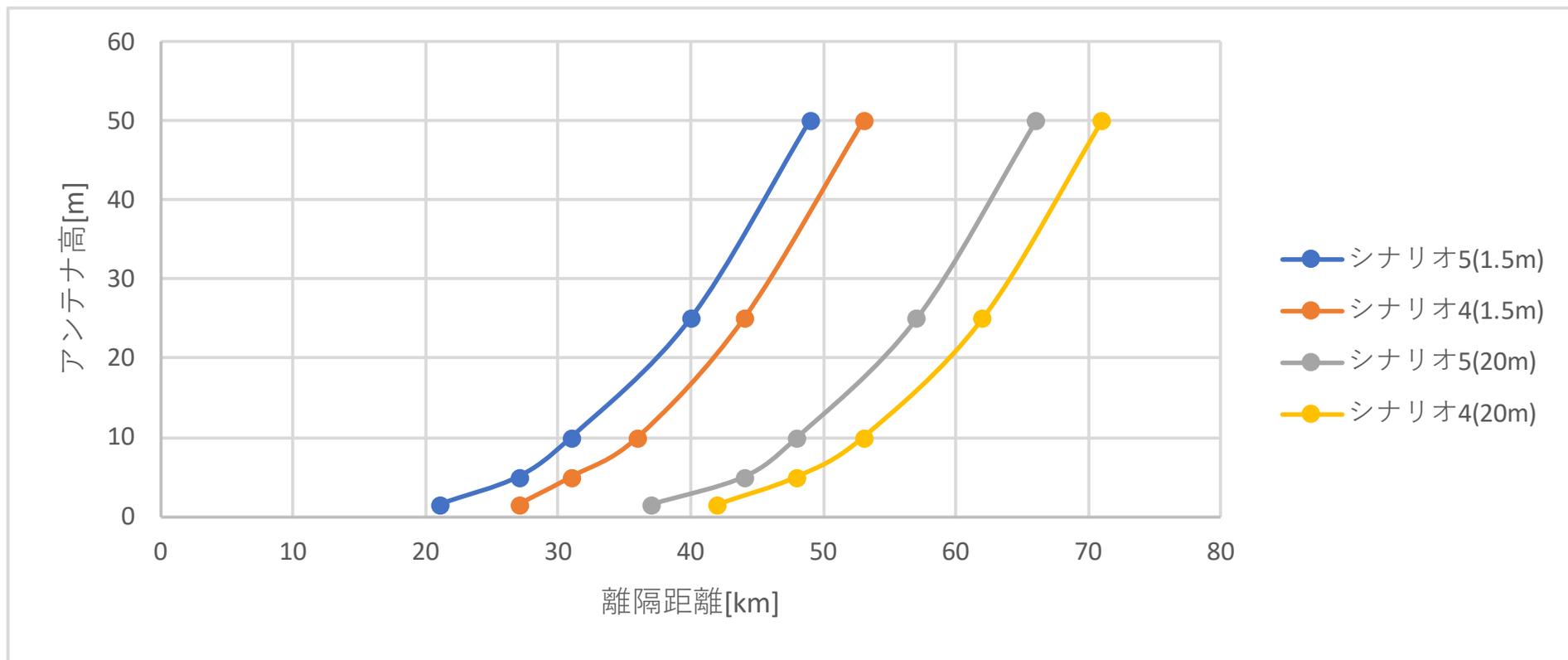
最小仰角:40度(SpaceX)、55度(OneWeb)

アンテナ利得:-5dBiを想定

(ETSI EN 303 980受信アンテナの軸外利得パターンより)

所要改善量は184dB(11GHz帯)、178dB(12GHz帯)

## シナリオ4&amp;5 電気通信業務、一般・公共業務→ Ku帯非静止衛星(地球局)



## シナリオ4

周波数: 10.7GHz

Ku帯非静止衛星(地球局)のアンテナ高: 1.5m、20m

所要改善量: 184dB

## シナリオ5

周波数: 12.2GHz

Ku帯非静止衛星(地球局)のアンテナ高: 1.5m、20m

所要改善量: 178dB

# シナリオ6-1 Ku帯非静止衛星(地球局) → 放送事業(固定、移動)



Ku帯非静止衛星(地球局)  
12.75GHz~13.25GHz

RR Article 22.22.5D

静止衛星軌道において-160dBW/m<sup>2</sup>/40kHzを超えない

周波数: 13GHz

地球局-静止衛星間距離: 36,000 km

地球局の出力: 16dBW/MHz

アンテナ利得

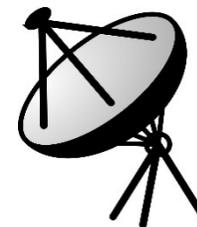
$29-25\log\theta$  dBi ( $1^\circ \leq \theta < 36^\circ$ )

-10 dBi ( $36^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ )

最小仰角: 40度(SpaceX)、55度(OneWeb)

ビーム中心からの減衰は39dB

(FCC 47 CFR § 25.209 (h)送信アンテナの利得パターンより)



放送事業(固定、移動)(12.95-13.25GHz)

許容干渉レベル

I/N=-20dB (ITU-R F.758-6 Annex 2 Table 4)

長時間干渉電力密度: -154 dBW/MHz  
(ITU-R F.758-6 Annex 3 Table 16)

アンテナ利得(ARIB STD B-12)

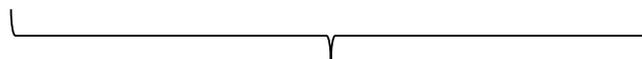
$54-2.7\theta^2$  dBi ( $0^\circ \leq \theta < 3^\circ$ )

$41.3-24\log\theta$  dBi ( $3^\circ \leq \theta < 48^\circ$ )

1 dBi ( $48^\circ \leq \theta < 90^\circ$ )

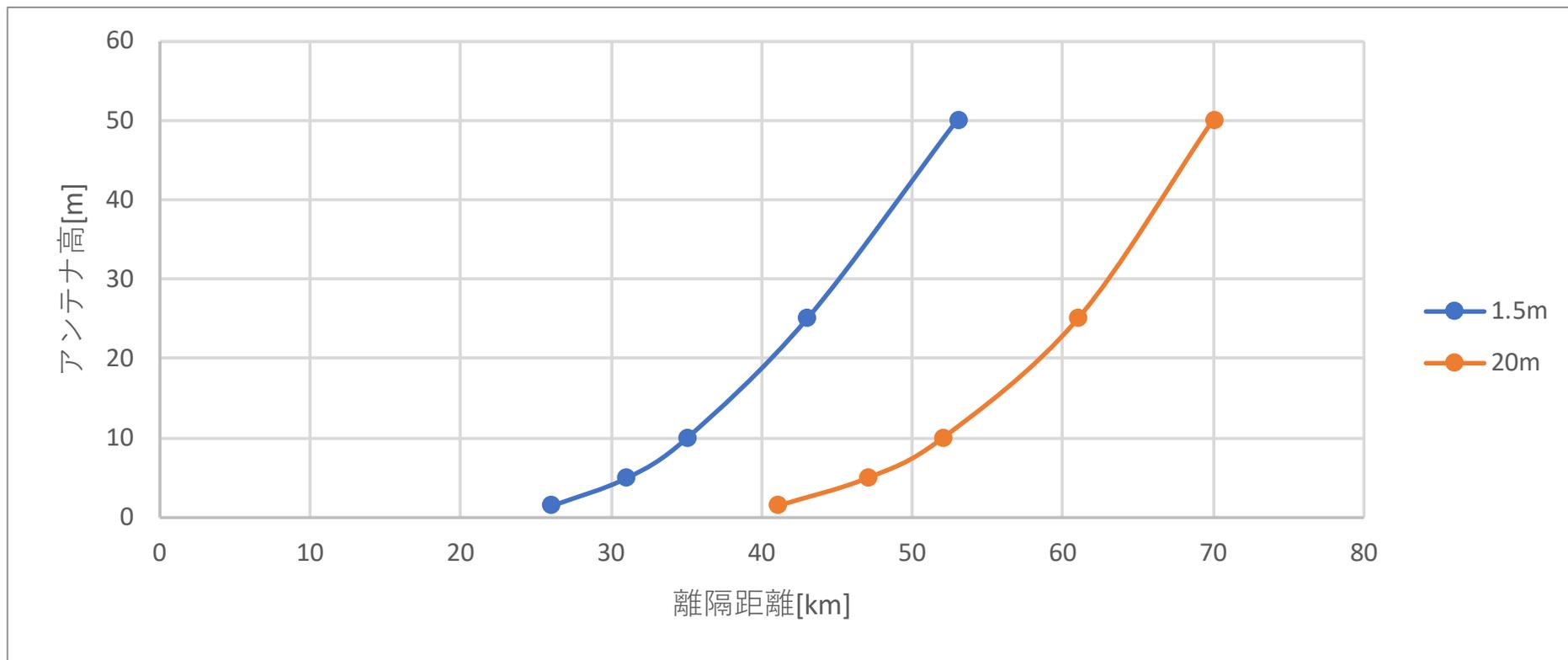
$59.5-0.65\theta$  dBi ( $90^\circ \leq \theta < 110^\circ$ )

-12 dBi ( $110^\circ \leq \theta$ )



所要改善量は、185 dB(0度)

# シナリオ6-1 Ku帯非静止衛星(地球局) → 放送事業(固定、移動)



シナリオ6-1

周波数: 12.75GHz

Ku帯非静止衛星(地球局)のアンテナ高: 1.5m、20m

所要改善量: 185dB

# シナリオ6-2 Ku帯非静止衛星(地球局) → 放送事業(固定、移動)



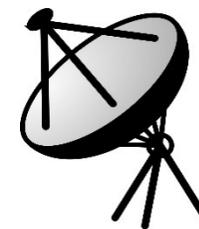
Ku帯非静止衛星(地球局)  
12.75GHz~13.25GHz

スプリアス領域の不要発射(総務省告示1228号)

- 50 $\mu$ W以下または基本周波数の平均電力より60dB低い値
- -43dBW/4kHz(-19dBW/MHz) or -44 dBW/MHz
- -19dBW/MHzで計算

## アンテナ利得

- 29-25log $\theta$  dBi ( $1^\circ \leq \theta < 36^\circ$ )
- 10 dBi ( $36^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ )
- 最小仰角: 40度(SpaceX)、55度(OneWeb)
- ビーム中心からの減衰は39dB
- (FCC 47 CFR § 25.209 (h)送信アンテナの利得パターンより)



放送事業(固定、移動)(12.95-13.25GHz)  
許容干渉レベル

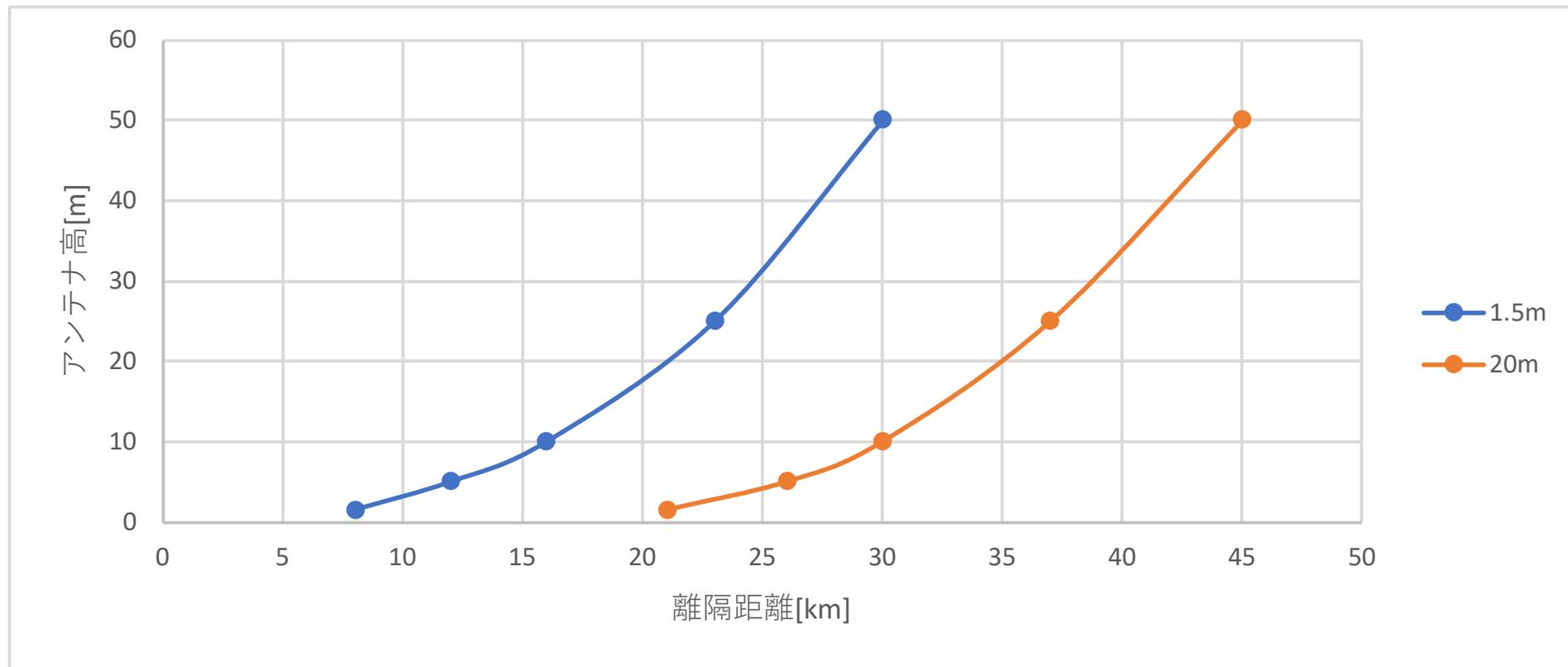
- I/N=-20dB (ITU-R F.758-6 Annex 2 Table 4)
- 長時間干渉電力密度: -154 dBW/MHz
- (ITU-R F.758-6 Annex 3 Table 16)

## アンテナ利得(ARIB STD B-12)

- 54-2.7 $\theta^2$  dBi ( $0^\circ \leq \theta < 3^\circ$ )
- 41.3-24log $\theta$  dBi ( $3^\circ \leq \theta < 48^\circ$ )
- 1 dBi ( $48^\circ \leq \theta < 90^\circ$ )
- 59.5-0.65 $\theta$  dBi ( $90^\circ \leq \theta < 110^\circ$ )
- 12 dBi ( $110^\circ \leq \theta$ )

所要改善量は、150dB(0度)

## シナリオ6-2 Ku帯非静止衛星(地球局) → 放送事業(固定、移動)



シナリオ6-2

周波数: 12.75GHz

Ku帯非静止衛星(地球局)のアンテナ高: 1.5m、20m

所要改善量: 150dB

## シナリオ7-1 Ku帯非静止衛星(地球局) → 電気通信業務、一般・公共業務



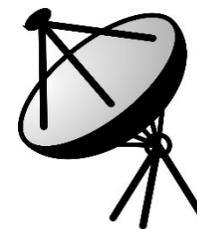
Ku帯非静止衛星(地球局)  
13.75GHz~14.5GHz

RR Article 22.22.5D  
静止衛星軌道において-160dBW/m<sup>2</sup>/40kHzを超えない

周波数: 14.4GHz  
地球局-静止衛星間距離: 36,000 km  
地球局の出力: 16dBW/MHz

## アンテナ利得

$29-25\log\theta$  dBi ( $1^\circ \leq \theta < 36^\circ$ )  
-10 dBi ( $36^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ )  
最小仰角: 40度(SpaceX)、55度(OneWeb)  
ビーム中心からの減衰は39dB  
(FCC 47 CFR § 25.209 (h)送信アンテナの利得パターンより)



電気通信業務(固定、移動)(14.4-15.25GHz)

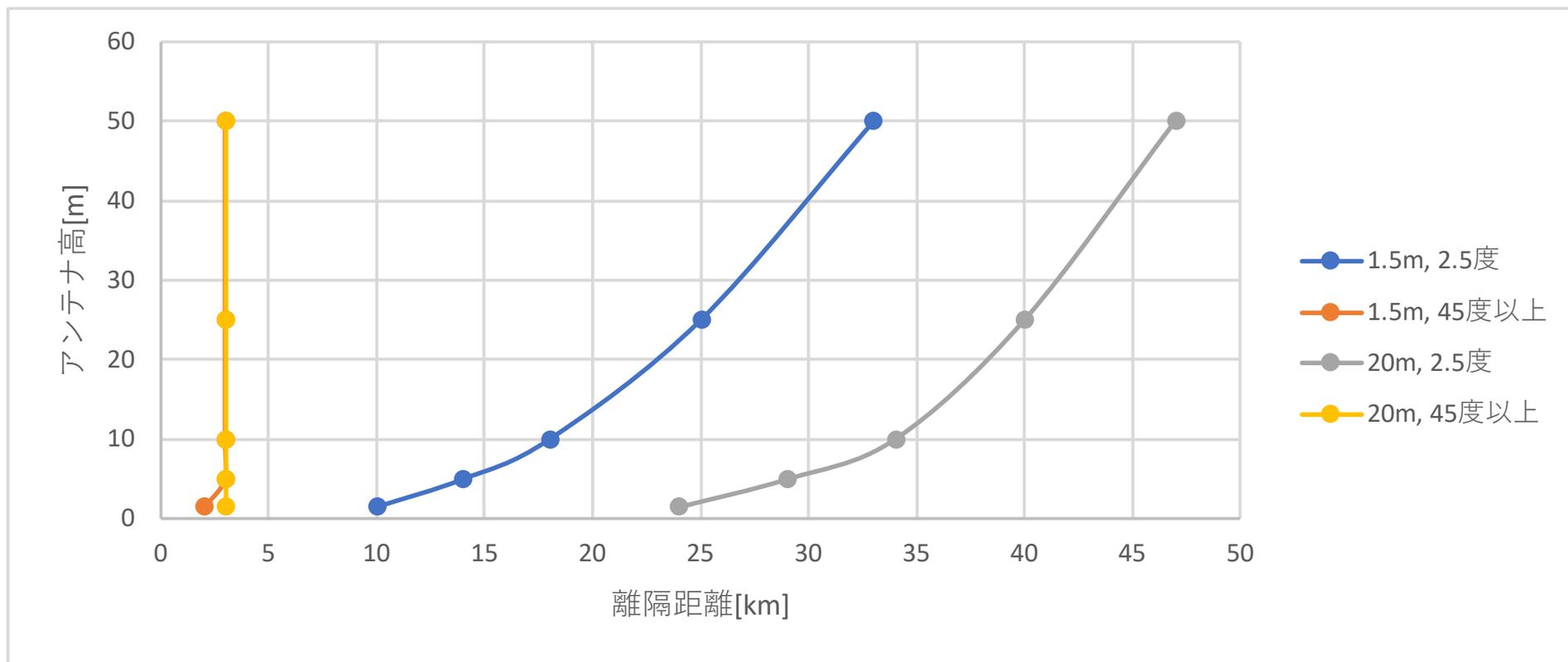
許容干渉レベル  
I/N=-20dB (ITU-R F.758-6 Annex 2 Table 4)  
長時間干渉電力密度: -156 dBW/MHz  
(ITU-R F.758-6 Annex 2 Table 8)

## アンテナ利得\*

$54.8-5.248\theta^2$  dBi ( $0^\circ \leq \theta < 2.5^\circ$ )  
 $38-25\log\theta$  dBi ( $2.5^\circ \leq \theta < 45^\circ$ )  
-10 dBi ( $45^\circ \leq \theta$ )

所要改善量は155dB(2.5度)、123dB(45度以上)

## シナリオ7-1 Ku帯非静止衛星(地球局) → 電気通信業務、一般・公共業務



## シナリオ7-1

周波数: 14.4GHz

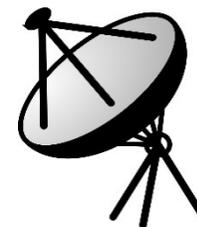
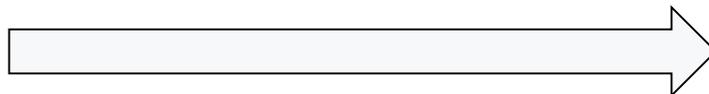
Ku帯非静止衛星(地球局)のアンテナ高: 1.5m、20m

所要改善量: 150dB(2.5度)、123dB(45度以上)

## シナリオ7-2 Ku帯非静止衛星(地球局) → 電気通信業務、一般・公共業務



Ku帯非静止衛星(地球局)  
13.75GHz~14.5GHz



電気通信業務(固定、移動)(14.4-15.25GHz)

スプリアス領域の不要発射(総務省告示1228号)

50 $\mu$ W以下または基本周波数の平均電力より60dB低い値

→ -43dBW/4kHz(-19dBW/MHz) or -44 dBW/MHz

→ -19dBW/MHzで計算

アンテナ利得

$29-25\log\theta$  dBi ( $1^\circ \leq \theta < 36^\circ$ )

-10 dBi ( $36^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ )

最小仰角: 40度(SpaceX)、55度(OneWeb)

アンテナ利得: -10dBiを想定

ビーム中心からの減衰は39dB

(FCC 47 CFR § 25.209 (h)送信アンテナの利得パターンより)

許容干渉レベル

I/N=-20dB (ITU-R F.758-6 Annex 2 Table 4)

長時間干渉電力密度: -156 dBW/MHz  
(ITU-R F.758-6 Annex 2 Table 8)

アンテナ利得\*

$54.8-5.248\theta^2$  dBi ( $0^\circ \leq \theta < 2.5^\circ$ )

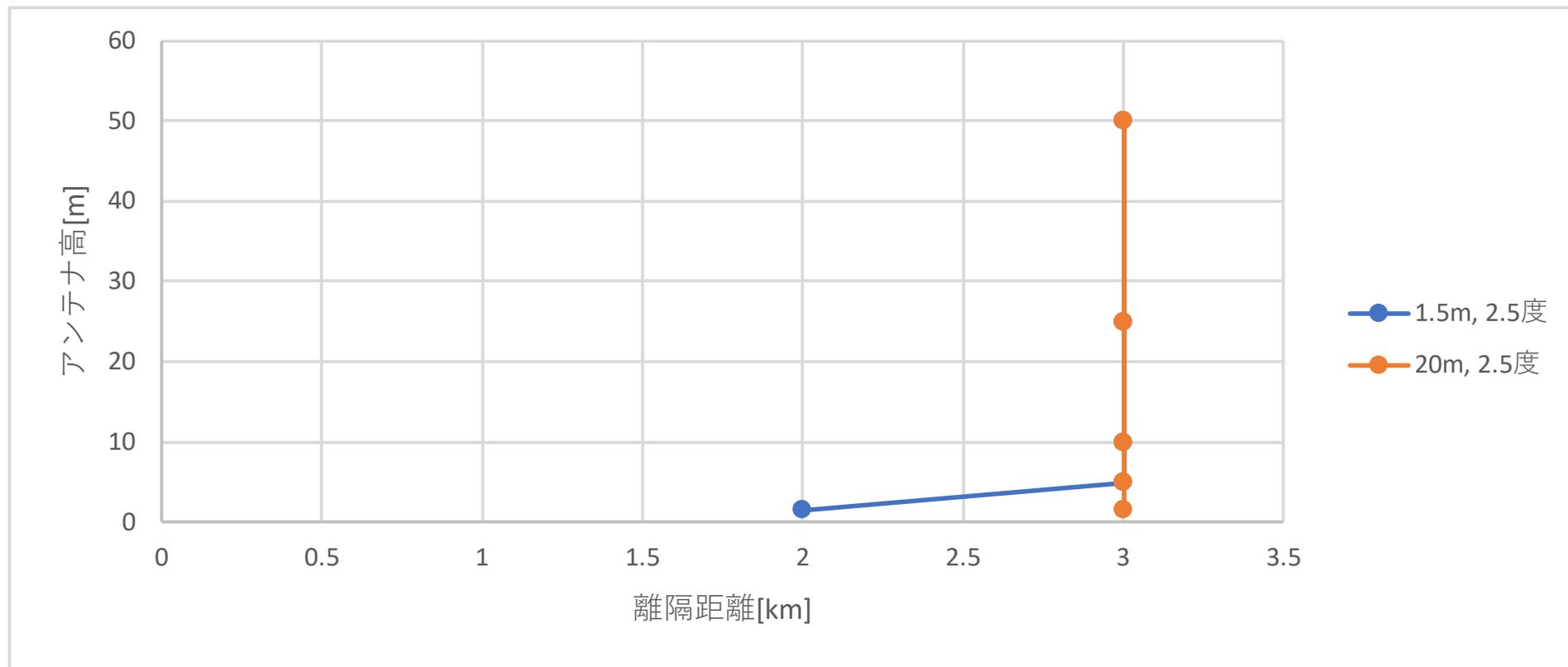
$38-25\log\theta$  dBi ( $2.5^\circ \leq \theta < 45^\circ$ )

-10 dBi ( $45^\circ \leq \theta$ )

所要改善量は120dB(2.5度)、88dB(45度以上)

注: 静止衛星を用いた現行のVSAT地球局(送信帯域: 14.0-14.4GHz)については、過去の情報通信審議会等の議論において既存無線局への影響はないとされており、Ku/Ka帯システムの制度化の議論の折には、整合性に留意が必要

## シナリオ7-2 Ku帯非静止衛星(地球局) → 電気通信業務、一般・公共業務



※:45度以上の場合は1km未満となるため除外

## シナリオ7-2

周波数: 14.4GHz

Ku帯非静止衛星(地球局)のアンテナ高: 1.5m、20m

所要改善量: 所要改善量は120dB(2.5度)、88dB(45度以上)