

11/15/18GHz帯のアンテナパターンについて

Ver0.1

2020年10月28日
電気興業株式会社
日本電業工作株式会社

現行制度と課題(11/15GHz帯)

現行制度では、絶対利得による制限値と等価等方輻射電力による制限値されている。

11GHz帯

空中線の放射角	受信空中線の標準特性 (dBi)
$0^\circ \leq \theta < 2.5^\circ$	$52.5 - 4.88\theta^2$
$2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$	$32.0 - 25.0 \log \theta$
$48^\circ \leq \theta$	-10

15GHz帯

空中線の放射角	絶対利得の最大値(dBi)
$0^\circ \leq \theta < 2.5^\circ$	$54.88 - 5.248 \theta^2$
$2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$	$32 - 25 \log \theta$
$48^\circ \leq \theta$	-10

16QAM(9.5MHz) / 16QAM(18.5MHz) / 64QAM(36.5MHz)
16QAM(53.5MHz) / 8PSK(72.5MHz)

4PSK(5MHz) 11GHz帯

空中線の放射角	等価等方輻射電力の上限値 (dBm)
$2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$	$61.0 - 25.0 \log \theta$
$48^\circ \leq \theta$	19.0

空中線の放射角	等価等方輻射電力の上限値 (dBm)
$2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$	$65.0 - 25.0 \log \theta$
$48^\circ \leq \theta$	23.0

4PSK(18.5MHz) / 4PSK(36.5MHz)

空中線の放射角	等価等方輻射電力の上限値 (dBm)
$2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$	$57.0 - 25.0 \log \theta$
$48^\circ \leq \theta$	15.0

4PSK(5MHz) 15GHz帯

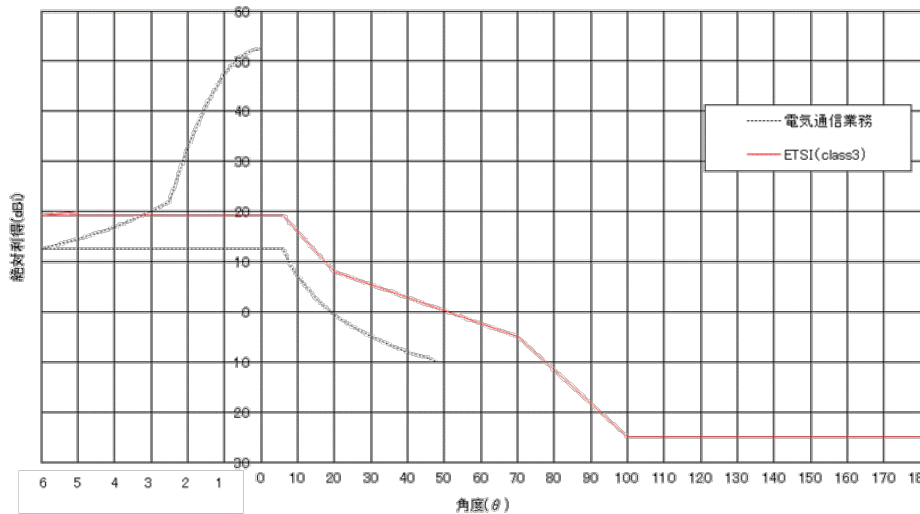
空中線の放射角	等価等方輻射電力の上限値 (dBm)
$2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$	$53.0 - 25.0 \log \theta$
$48^\circ \leq \theta$	11.0

※1: 等価等方輻射電力の上限値は1キャリアあたり

現行制度と課題(11/15GHz帯)

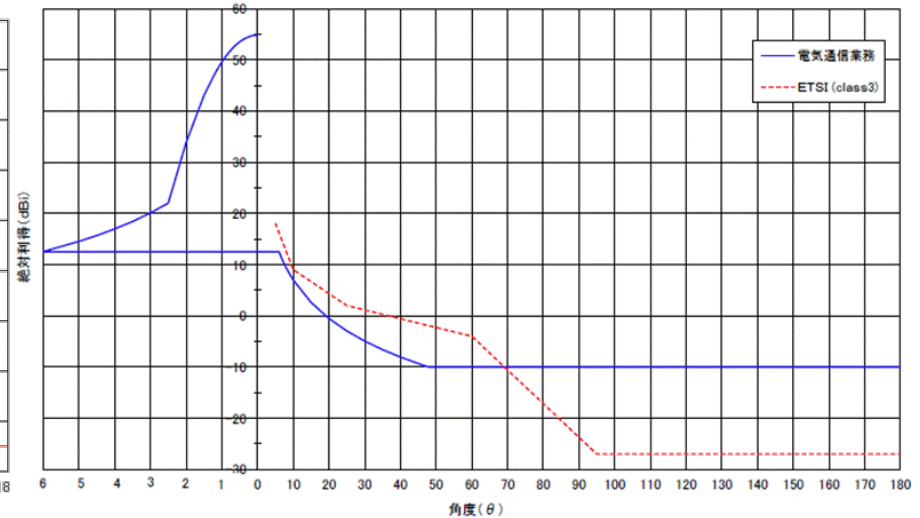
海外規格 (ETSI) と比較した場合、バックローブは欧州基準が厳しく、サイドローブ (40 ~ 50度付近) は日本基準が厳しいため、欧州基準に対応したアンテナを持ち込む場合には指向性の鋭い、開口径の大きいものを使用し、送信電力を下げる等の対策が必要がある。

11.0GHz帯 受信空中線 絶対利得の上限値



11GHz帯絶対利得の上限値

15GHz帯(エントランス)受信空中線 絶対利得の上限値



15GHz帯絶対利得の上限値

現行制度と課題(18GHz帯)

18GHz帯の空中線規格の現状としては、11GHz帯や他のバンドと同様に絶対利得による制限値と等価等方輻射電力による制限値され、且つ以下の様な状態となっている。

- ・ 40.3dBi以下と超える空中線にて2種類の規格が存在
 - ⇒40.3dBを超える空中線は、パラボラアンテナを想定
 - ⇒40.3dB以下の空中線は、パッチアンテナを想定
- ・ 個々の空中線の利得により角度範囲、絶対利得の上限値が異なる
- ・ 空中線利得20.0dBi以上
 - ⇒利得が低く、簡易なパッチアンテナ等のサイドローブが高い空中線の使用を制限

等価等方輻射電力の上限値の現状 (利得による区分けなし)

空中線の放射角	等価等方輻射電力の上限値 (dBm)
$2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$	$70 - 20.8 \log \theta$
$48^\circ \leq \theta$	35

※ 等価等方輻射電力の上限値は1キャリアあたり

現行制度と課題(18GHz帯)

絶対利得の上限値

Gamax20. 0dBi を超え40. 3dBi 以下の場合

空中線の放射角	絶対利得の最大値(dBi)
$0 \leq \theta \leq \theta_q$	$Gamax - 2.2 \times 10^{-3} [(10^{(Gamax-8.4)/20}) \times \theta]^2$
$\theta_q < \theta \leq \theta_r$	$2 + 15 \log(10^{(Gamax-8.4)/20})$
$\theta_r < \theta \leq \theta_s$	$43 - 4 \log(10^{(Gamax-8.4)/20}) - 20 \log(\theta)$
$\theta_s < \theta \leq \theta_t$	3
$\theta_t < \theta \leq 90$	$3 - 0.0075 (\theta - (97.5 - Gamax))^2$
$90 < \theta \leq 180$	$10 - 10 \log(10^{(Gamax-8.4)/20})$

$$\theta_q = 21.2 / (10^{(Gamax-8.4)/20}) * \text{SQRT}[Gamax - [2 + 15 * \log(10^{(Gamax-8.4)/20})]]$$

$$\theta_r = 10(2.12 - \log(10^{(Gamax-8.4)/20}))$$

$$\theta_s = 10(2.05 - 0.25 \log(10^{(Gamax-8.4)/20}))$$

$$\theta_t = 97.5 - Gamax$$

Gamax40. 3dBi を超え46. 3dBi 以下の場合

空中線の放射角	絶対利得の最大値(dBi)
$0 \leq \theta \leq \theta_q$	$Gamax - 2 * 10^{-3} * [10^{(Gamax-8.4)/20} * \theta]^2$
$\theta_q < \theta \leq \theta_r$	$2 + 15 \log(10^{(Gamax-8.4)/20})$
$\theta_r < \theta \leq \theta_s$	$43 - 4 \log(10^{(Gamax-8.4)/20}) - (6.2 + 2 * Gamax/5) \log(\theta)$
$\theta_s < \theta \leq \theta_t$	$15.83 - Gamax/3$
$\theta_t < \theta \leq \theta_u$	$15.83 - Gamax/3 - (0.02675 - 0.0005Ga) (\theta - 177.56 + 3.08Gamax)^2$
$\theta_u < \theta \leq 180$	$10 - 10 \log(10^{(Gamax-8.4)/20})$

$$\theta_q = 22.5 / 10^{(Gamax-8.4)/20} * \text{SQRT}[Gamax - [2 + 15 * \log(10^{(Gamax-8.4)/20})]]$$

$$\theta_r = 10^{[1.82 + Gamax/150 - \log((Gamax-8.4)/20)]}$$

$$\theta_s = 94.55 - 1.5 * Gamax$$

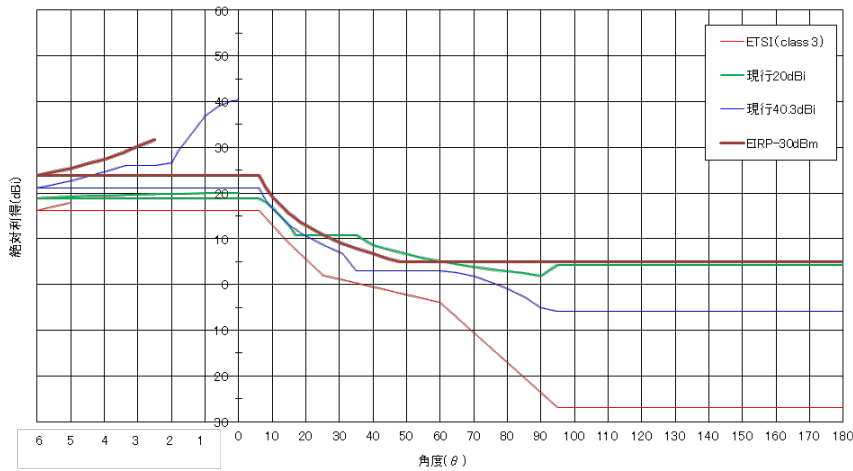
$$\theta_t = 177.56 - 3.08 * Gamax$$

$$\theta_u = 130.8 - Gamax$$

現行制度と課題(18GHz帯)

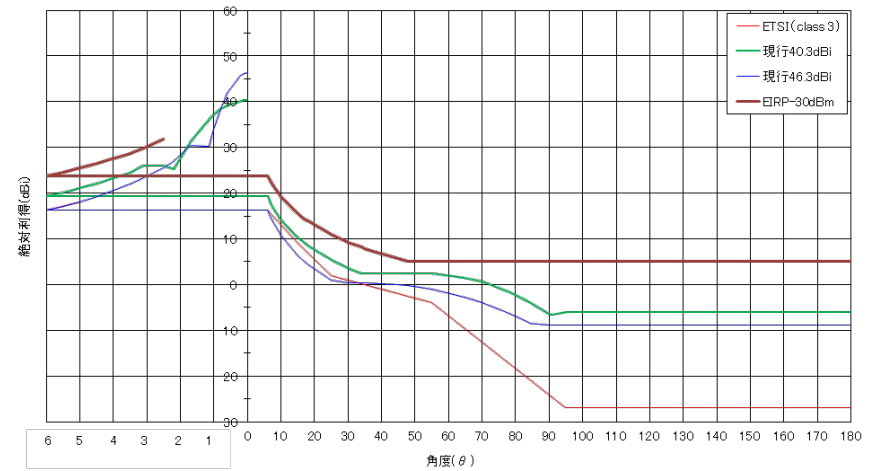
現在の規格とETSIを比較した場合、Gamax20dBiを超え40.3以下の場合はETSIの方が厳しくGamax40.3dBiを超え46.3dBi以下の場合は一部の角度範囲において国内規格の方が厳しくなっている。

18.0GHz帯(Gamax20dBiを超え40.3dBi以下) 絶対利得の上限値



Gamax20.0 dBiを超え40.3dBi以下の指向性規格の比較

18.0GHz帯(Gamax40.3dBiを超え46.3dBi以下) 絶対利得の上限値



Gamax40.3 dBiを超え46.3dBi以下の指向性規格の比較

アンテナパターンの検討について

現行制度とその課題を踏まえ、欧州規格、日本規格の統合の可能性について検討を行うにあたり、以下を条件とする必要がある。

- ・ 安易に規格を緩める事は実施しない。
- ・ 既存の無線システムは継続使用ができる事とすること。
- ・ 他の周波数帯の指向性規格と同等な規格の考え方を踏襲すること。

また、18GHz帯については、アンテナ利得により規格が変わる事となるので判りやすい規格とする事への検討も必要と思われる。

アンテナパターンの検討結果(11/15GHz帯)

前節の方針を踏まえ、11/15GHz帯のアンテナパターン規格について検討を行ったが、欧州規格と日本規格を比べた場合、輻射角度によって絶対利得の上限値に10dB~15dBの乖離があることが明らかになった。

このため、安易に基準を緩めた場合、絶対利得の上限値を緩める事により、干渉を受けやすい回線となり、置換えの場合に既存の無線システムの継続使用ができなくなる恐れがあることがわかった。また、従来より干渉に弱い回線が敷設されることにより、新たな回線敷設が出来ない様な事も発生することが予想された。

本検討を進める場合、現行のルート設計、回線設計法から見直す必要が有るが、本調査研究会では、別の観点から回線設計法の見直しを進めていることから、本調査研究会ではそちらを優先することとし、本周波数帯のアンテナパターンについては従来の規格を変えないこととした。

アンテナパターンの検討結果(18GHz帯)

空中線規格の検討にあたっては以下を条件として検討した。

- ・安易に規格を緩める事は実施しない。
- ・既存の無線システムは継続使用ができる事とすること。
- ・他の周波数帯の指向性規格と同等な規格の考え方を踏襲すること。

バンド内で空中線利得値により区分けし2種類の規格となっている事については、以下の理由から現状通りの利得値による2種類の規格とした。また、現行規格通り20dBi以上とした。

空中線利得による区分

- ・利得区分=空中線の方式の差となっており、どちらかに合わせる事で厳しくなる又は緩くなるという事となる。
- ・厳しくする(40.3dBiを超えたものに合わせる)とパッチアンテナなどの空中線方式が使用できなくなる。
- ・緩くする(40.3dBi以下に合わせる)と周囲への干渉が現在より悪化し、電波の有効利用に反する。

絶対利得が20dB以上の利得を有する指向性空中線である事については、20dBi以下の空中線を使用できる事とした場合以下の想定がされる

- ・無指向又はセクタアンテナなどの使用ができてしまう。
- ・共用検討、通信方式(1対N通信)などの通信に係る条件が変わっても利用できてしまう。

アンテナパターンの検討結果(18GHz帯)

等価等方輻射電力の制限値

空中線の放射角	等価等方輻射電力の上限値 (dBm)
$2.5^\circ \leq \theta < 48^\circ$	$70 - 20.8 \log \theta$
$48^\circ \leq \theta$	35

※ 等価等方輻射電力の上限値は1キャリアあたり

規格案としては、現状のままとした。
理由としては、

- ・現在の規格でも他のバンドと同様な規定として踏破されている。
- ・規格を緩めた場合、周囲への与干渉が増加し、電波の有効利用に反する事となる。

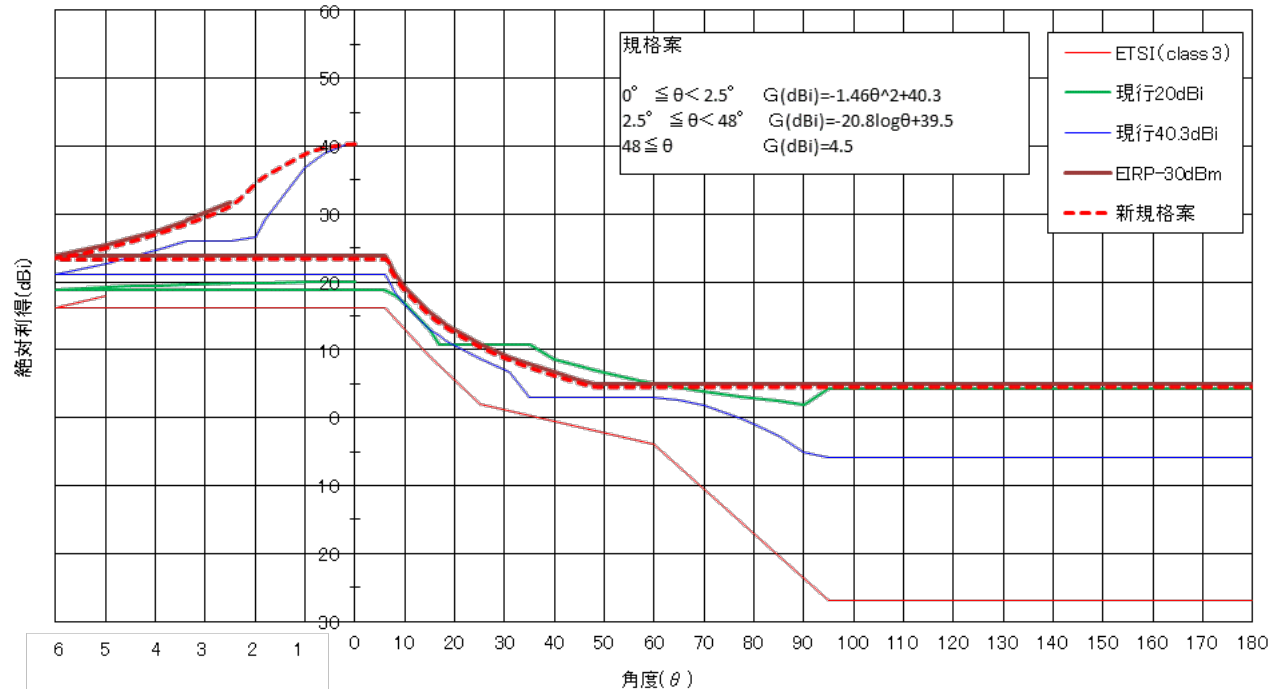
である。

アンテナパターンの検討結果(18GHz帯)

絶対利得の上限値(空中線利得20.0dBiを超え40.3dBi以下)

空中線の放射角	絶対利得の最大値(dBi)
$0^\circ \leq \theta \leq 2.5^\circ$	$-1.46\theta^2 + 40.3$
$2.5^\circ < \theta \leq 48^\circ$	$20.8\log\theta + 39.5$
$48^\circ < \theta$	4.5

18.0GHz帯(Gamax20dBiを超え40.3dBi以下) 絶対利得の上限値



アンテナパターンの検討結果(18GHz帯)

絶対利得の上限値(空中線利得40.3dBiを超え46.3dBi以下)

空中線の放射角	絶対利得の最大値(dBi)
$0^\circ \leq \theta \leq 2.5^\circ$	$2.98 \theta^2 + 46.3$
$2.5^\circ < \theta \leq 35^\circ$	$-22.1 \log \theta + 36.5$
$35^\circ < \theta \leq 55^\circ$	2.4
$55^\circ < \theta \leq 90^\circ$	$0.00166 \theta^2 + 7.42$
$90^\circ < \theta$	-6.0

18.0GHz帯(Gamax40.3dBiを超え46.3dBi以下) 絶対利得の上限値

