

Preamble PuncturingにおけるPuncturing部分の電力が他システムへ与える影響について

2024年9月30日
ARIB 無線LANシステム開発部会

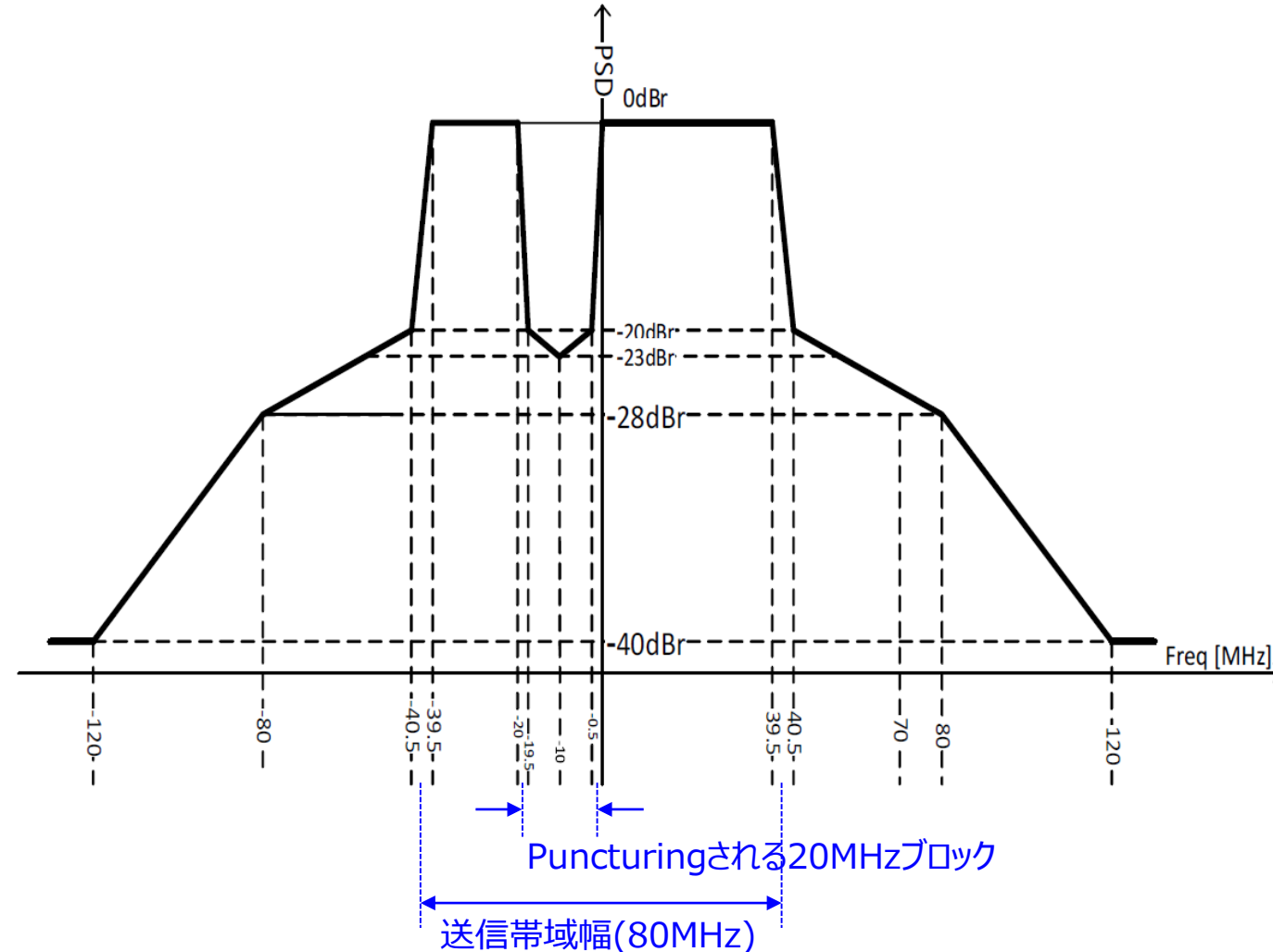
Puncturing帯域の与干渉に対する考察

- **Preamble Puncturing**を用いる場合の当該帯域には、キャリアセンスを行わない形で電力が放射される。その影響度合いについて隣接チャネル漏洩電力との相対比較を行った。
 - 現行制度において、キャリアセンスを行わない帯域において最大出力となるのは隣接チャネル。隣接チャネル漏洩電力の許容値は帯域幅によらず $-25\text{dB}/(\text{チャネル帯域幅})$ と規定されている※。
 - puncturingを行った周波数ブロックの漏洩電力が隣接チャネル漏洩電力を下回れば、これまでの共用条件（既存システム及び802.11無線LAN同士）を満足すると考えられる。
 - 5/6GHz帯における隣接チャネル漏洩電力の最大値は20MHzチャネルの隣接チャネルである。
→ $-2\text{dBm}/20\text{MHz}$ ($=23\text{dBm}/20\text{MHz} - 25\text{dB}$)
 - Preamble Puncturingは80MHz/160MHz/320MHzチャネルに対して規定されており、puncturingブロックの漏洩電力が最大となる場合（最悪ケース）は、80MHzチャネルで20MHzブロックがpuncturingされている場合である（チャネル配置はp.3の例に符合）。
 - 11beドラフトにおけるスペクトルマスク（次頁参照）を基にすると、当該のpuncturing領域の電力は相対値で約 -19.7dB となる(スペクトルマスクを基に積分計算を実施した結果)。
⇒80MHzチャネルにおける最大電力密度は $17\text{dBm}/20\text{MHz}$ であるため、puncturing領域の電力は絶対値で約 $-2.7\text{dBm}/20\text{MHz}$ 。
⇒現行制度における隣接チャネル漏洩電力の最大値($-2\text{dBm}/20\text{MHz}$)を下回るため、現行制度と比較して与干渉の影響は同等あるいはそれ以下となる。

※ 5GHz帯/6GHz帯：無線設備規則第四十九条 三ル / 四ヌ、2.4GHz帯は規定なし。

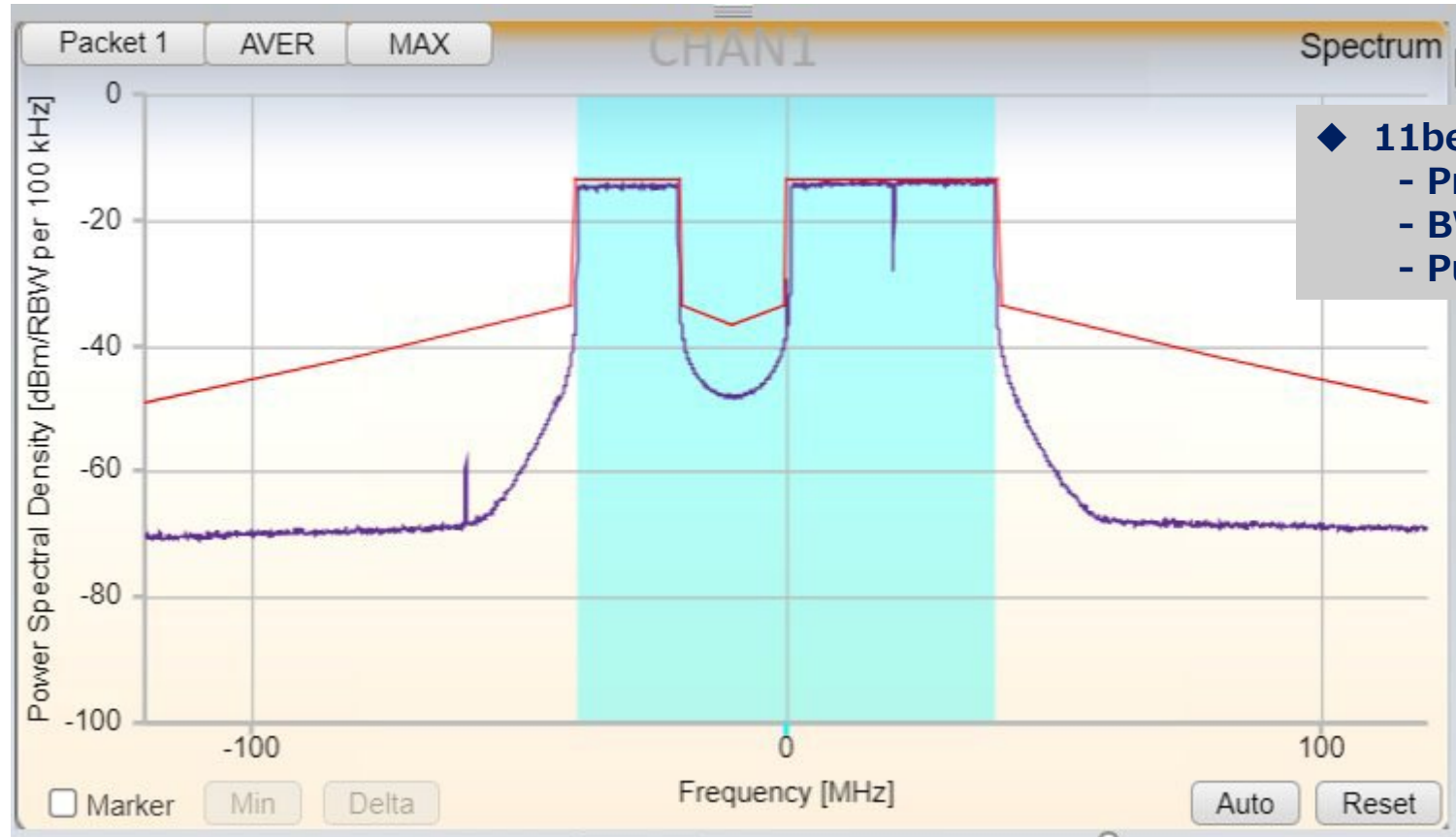
(例) Preamble Puncturingを行う場合のスペクトルマスク

- (80MHzのうち左から二つ目の20MHz帯域をpuncturing)



Preamble Puncturingを行う場合のスペクトルマスク実測例

- (80MHzのうち左から二つ目の20MHz帯域をpuncturing)



Puncturing帯域のアグリゲート干渉の考察

- **最も条件の厳しい80MHzチャネルのpuncturingのケースについて検討する。**
 1. Preamble Puncturingを行わないケースにおいてレーダーが検出された際は、周波数が重なる20 MHzチャネルが使用できないため、残りの20MHzあるいは40MHzの送信となる。隣接チャネル漏洩電力の最大値は20MHzチャネルの隣接チャネルで-2dBm/20MHz (=23dBm/20MHz -25dB)
 2. Preamble puncturingを行うケースにおいてレーダーが検出された際は、20MHzのチャネルをpuncturingし60MHzでの送信となり、puncturing領域の電力は絶対値で-2.7dBm/20MHz
- **通常、近接する無線LANが同時に送信する可能性はキャリアセンスが働き、同時送信の可能性は低くなる。また、MU-MIMOを利用して同時送信*を行うようなケースはPreamble Puncturingがあるなしにかかわらず適用され、与干渉レベルを変えるものではない。**
 - アグリゲート干渉を考える前提として、上記 1 のケースではレーダーを検出した無線LANがすべて20MHz送信をすると仮定する。また、1と2 のケースにおいて無線LANの台数、利用場所は同じと仮定する。
 - Preamble Puncturingを行うケースにおいては、puncturing領域の電力はpuncturingを行わないケースに比べて小さくなるため、無線LANの台数、利用場所を同じとした場合はアグリゲート干渉も小さくなる
 - したがって、Preamble Puncturingを導入することでアグリゲート干渉が現行よりも大きくなることはない（現行の運用条件より悪くなる要素はない）

*平成31年 次世代高効率無線LANの導入のための技術的条件 [000617793.pdf \(soumu.go.jp\)](https://www.soumu.go.jp/000617793.pdf)

最近の隣接チャネルあるいは帯域外漏洩電力が与える影響の検討

気象レーダーとの周波数共用検討結果

前回から追加

5

1. 共用検討

- 気象レーダーの中心周波数を5260MHzとし、気象レーダーの2種類のパルス信号のうち、より5.2GHz帯に近い長パルス信号の受信周波数5258.75MHz（中心周波数-1.25MHz）を基準に検討を行う。
- 自動車内に持ち込まれる無線LAN端末の帯域外漏えい電力は、無線設備規則別表第三号29(1)より、5258.75MHzにおいて、 $23.6 \mu\text{W}/\text{MHz}$ となる。
- 気象レーダーの受信帯域幅は1.4MHz程度なので、帯域外漏えい電力値 $23.6 \mu\text{W}/\text{MHz}$ により P_t は $33.0 \mu\text{W}$ となる。
- 送信系で見込まれる損失は、自動車車体損失-10dB及び人体損失-4dBとなる。
- $P_r(\text{dBm}) = P_t(\text{dBm}) + G_r(\text{dBi}) - L(\text{dB})$

ここで、

P_r : 気象レーダーの受信電力

P_t : 無線LANの帯域外漏えい電力

G_r : 気象レーダーの空中線利得

L : 電波の伝搬損失= 自由空間伝搬損失+自動車車体損失+人体損失

- 気象レーダーの干渉レベルを最小受信電力-110dBm、気象レーダーの空中線利得を導波管ロス4dBを含めてメインローブの利得は40dBi、サイドローブ方向の利得はメインローブの利得よりも35dB程度低くなるため、5dBiとする。
- 離隔距離は、メインローブ受信時5201m、サイドローブ受信時92.5mとなる。
- 上記の離隔距離は、無線LANの帯域外不要輻射が技術基準値の場合の結果であるが、実際のモバイル機器は、消費電力の低減などの設計上の制約からある程度マージンを確保することが想定される。そこで、帯域外不要輻射電力を3dBのマージンを考慮した場合についても計算を行ったところ、離隔距離はそれぞれメインローブ受信時3682m、サイドローブ受信時65.5mまで低下することがわかった。

2. 検討結果

- 令和3年度陸上無線通信委員会報告より、気象レーダーは通常は標高の高い場所に設置され、メインローブが無線LANに当たる可能性はなく、また70m以内に自動車接近することは通常では起こりえないため、5.2GHz帯自動車内無線LANシステムに接続される5.2GHz帯無線LAN子局と5.3GHz帯気象レーダーとの共用が可能と考えられる。

5.2 GHz帯自動車内無線LANに係る見直し時の検討での電力:

$$23.6 \mu\text{W}/\text{MHz} = -16.27 \text{ dBm}/\text{MHz}$$

Preamble Puncturing (P2)の検討での電力:

$$-2.7 \text{ dBm}/20 \text{ MHz} = -15.7 \text{ dBm}/\text{MHz}$$

Preamble Puncturingを適用したマスクの方が0.57 dB高いが、以下の理由により与干渉は増えない

- 5.3 GHz帯は屋内専用の利用になるため、建物侵入損16.4 dB (Traditional, $f_c=5.25 \text{ GHz}$, $p=50 \%$)程度を見込める。これは5.2 GHz帯自動車内無線LANに係る見直し時の検討で用いた損失14 dB (自動車車体損失+人体損失) を2.4 dB上回る
- 建物侵入損はThermally Efficientの場合さらに損失が見込める(30 dB以上)
- 6 GHzの共用検討では、Traditional : Thermally Efficient = 7:3の割合で適用
- 実力値は規格のマスク値に対してマージンがある (P3)