

Preamble Puncturingを用いた周波数共用

- DFS/AFCへの適用 -

2024年7月22日

ARIB 無線LANシステム開発部会

Wi-Fi 7の特徴

1. 最大チャネル帯域幅の拡張 160MHzチャネル⇒ 320MHzチャネル
2. 最大変調多値数の拡大 1024-QAM⇒ 4096-QAM
3. Resource Unit(RU)割り当て 1STA1RU⇒ 1STAに複数RU
4. スケジューリング TWT(Target Wake Time)⇒ 低遅延トラフィック用—Restricted TWT(R-TWT)
5. フレーム集約 256aggregation⇒ 1024aggregation
6. 周波数リソースの柔軟な割り当て(Preamble Puncturing) 11axではオプション⇒ 11beでは必須
7. 複数のリンクを用いたパラレル伝送—Multi-Link(ML)
8. 緊急警報用優先アクセス—EPCS(Emergency Preparedness Communications Service) Priority Access

背景

- Wi-Fi 7の特徴の一つであるPreamble Puncturingは、現在の制度では、無線LANシステム（小電力データ通信システム）間の周波数共用の手段として用いることは可能となっている。広帯域チャネル伝送の運用形態の一つとして整理されており、Preamble Puncturingに対応する技術的条件は特段規定されていない。
- 5 GHz帯のレーダーとの共用については、Puncturingした部分の技術基準が規定されていないことから、共用条件を満たしていることを担保することができないため、利用は許可されていない。また、AFCへの適用についても、令和5年度の技術試験事務では議論されていない。令和5年9月の一部答申*では、それぞれ今後の検討課題とされている。

*「広帯域無線LANの導入のための技術的条件」及び「無線LANシステムの高度化利用に係る技術的条件」－情報通信審議会からの一部答申－ 令和5年9月12日

Preamble Puncturingの概要 (作業班9-4より再掲)

- 11axでオプション規定、11beで必須規定と位置付けられた。
- 課題：11acまでのチャネル利用では連続する20/40/80/160MHzチャネルの伝送形態のみが可能であった。
→広帯域チャネルの一部が狭帯域システム(既存の11a/nといった、40MHz幅以下のチャネルを用いるシステム)に占有される場合において、その干渉を回避するためには帯域幅を大幅に削減せざるを得なかった。
- 目的：広帯域チャネルを分断する狭帯域干渉が存在する場合に、当該周波数領域のみをデータ伝送に用いないことにより、他の無線LANへの干渉を回避しつつ、可能な限りの広帯域伝送を確保・実現することを目的とする。
- 予めpuncturingの対象周波数領域を20MHzブロック単位で指定し、無線フレームを送信する際にその部分を間引いて(puncturing)送信する仕組みを規定した。(puncturing対象となる周波数ブロックの情報は、APがビーコンフレーム等で報知することでセル配下の全てのSTAは予め把握する。また、運用中に随時変更することが可能)
- 対象となる周波数チャネルは80/160/320MHz、対象周波数は5/6GHz。(20MHzブロック単位でpuncturingされるため、40MHz以下の場合はこの概念が成立しない。→2.4GHz帯・5GHz帯・6GHz帯の20/40MHzチャネルは対象外)
- 関連して、11beでは20MHz単位でキャリアセンスを行う規定となった。

Preamble Puncturingの利点

- 現行、規格ではpuncturingができない場合、チャンネルボンディングはprimary 20 MHz channel (Beaconフレームを送信するチャンネル)から順に連続したsecondary 20 MHz channel、secondary 40 MHz channel、...と拡張する制限がある。
- つまり、下記の図(参考 : IEEE Std 802.11-2020 Figure 8-1)を使うと、図中の例を用いるとsecondary 20 MHz channel (図中ではsecondaryと記載)で送信できない場合には、primary 20 MHz channel (図中ではprimaryと記載)の20 MHzでしか送信できない。
- 一方、puncturingができる場合、secondary 20 MHz channelが送信できないとしても、secondary 40 MHz、secondary 80 MHzが送信できるなら、**合計140 MHzで送信が可能となり周波数を有効に使用**することができる。

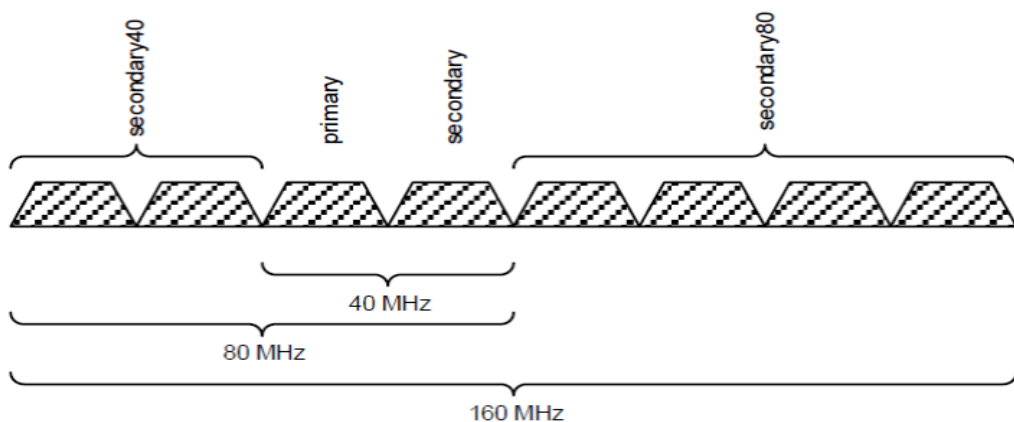
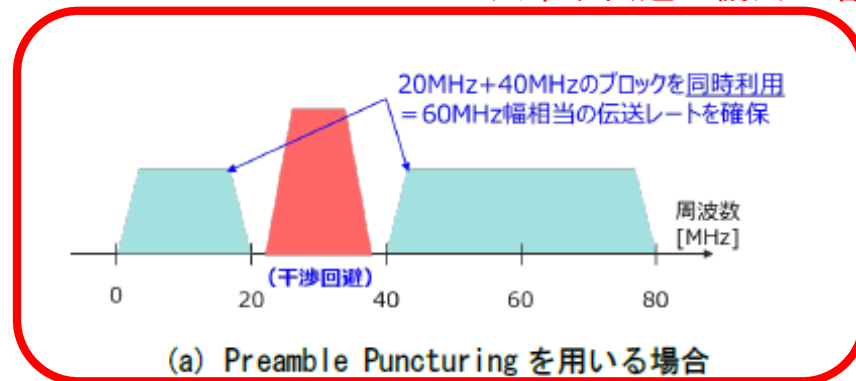
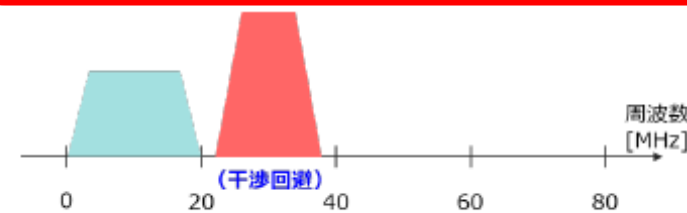


Figure 8-1—The channel-list parameter entry for 40 MHz, 80 MHz, and 160 MHz channel width

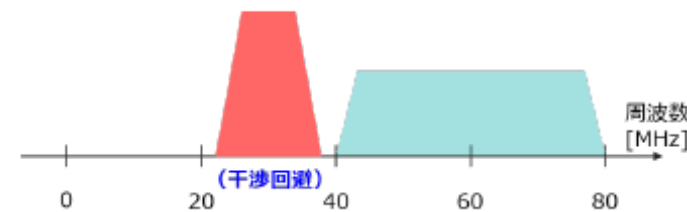
広帯域伝送の機会が増加



(a) Preamble Puncturing を用いる場合



(b) Preamble Puncturing を用いず、プライマリチャンネルが左端の場合



(c) Preamble Puncturing を用いず、プライマリチャンネルが右の40MHz帯域内のいずれかにある場合

情報通信技術分科会 陸上無線通信委員会報告より抜粋

Preamble Puncturingのさらなる活用

- Wi-Fi 7に対応した日本の制度では、Preamble Puncturingに特化した技術条件は制定されていない。
 - 全帯域を使った通信のサブセットとしての位置づけ
 - Punctureした分、送信電力の総和は下がる=> 全帯域送信を前提とした送信電力密度の上限は維持しなければならない
 - Puncturingブロック部分のスペクトルマスクの測定は求められていない
- 一方、Preamble Puncturingを他システムとの共用に利用することが期待されている
 - Preamble PuncturingのDFSチャンネルへの適用 (5.3 GHz、5.6 GHz)
 - 委員会報告の記述: DFSにより周波数共用が行われている帯域に対してPreamble Puncturingで規定されるスペクトルマスクに規定されるレベル以下に干渉が制限されることを条件にPreamble Puncturingを用いた伝送形態を利用可能とするためには、puncturingブロックの与干渉に関する技術的条件を改めて議論する必要がある。
 - Preamble PuncturingのAFCチャンネルへの適用 (5925 - 6425 MHz, 6570 - 6870 MHz)
 - 委員会報告の記述: 将来AFCによる制御が必要となる場合の使用方法に対してPreamble Puncturingを用いた伝送形態を利用可能とする場合についても、同様に、puncturingブロックの与干渉に関する技術的条件を改めて議論する必要がある。

第5章 今後の検討課題

小電力データ通信システムの今後の一層の普及促進に関する課題を以下に述べる。

- 1 現在検討が進められている6425~7125MHz帯の周波数共用検討においても、広帯域無線LANの導入を前提に共用条件等の検討がされることが適当である。
- 2 IEEE等の国際動向や最新の技術動向等を注視するとともに、新たな利用ニーズに迅速に対応するため、必要に応じて、無線LANの技術的条件を見直すことが適当である。
- 3 小電力データ通信システムと同じ周波数の電波を使用する他の無線システムとの共用条件については、既存システムの利用方法の変更又は新規システムの参入等のように、当該周波数帯の電波環境の変化が生じる場合には、必要に応じて、当該共用条件の見直しを図ることが適当である。
- 4 DFSにより周波数共用が行われている帯域に対してPreamble Puncturingで規定されるスペクトルマスクに規定されるレベル以下に干渉が制限されることを条件にPreamble Puncturingを用いた伝送形態を利用可能とするためには、puncturingブロックの与干渉に関する技術的条件を改めて議論する必要がある。そして、将来AFCによる制御が必要となる場合の使用方法に対してPreamble Puncturingを用いた伝送形態を利用可能とする場合についても、同様に、puncturingブロックの与干渉に関する技術的条件を改めて議論する必要がある。
- 5 子局間通信が運用可能となるLPIモード親局の信号強度の閾値、子局間通信運用中の親局の信号強度の確認頻度及び測定法については、今後、諸外国等の動向を注視し、必要に応じて見直しを行うことが適当である。
- 6 5.2GHz帯自動車内無線LANシステムについては、5150~5250MHz帯周波数の電波を使用する移動衛星通信システムとの共用条件に影響を及ぼす事象が生じる場合又は生じるおそれがある場合には、必要に応じて、当該共用条件等の見直しを図ることが適当である。
- 7 令和3年度情報通信審議会一部答申において、我が国の自動車メーカー／車載機器メーカー等は、車載機においてマイナス利得の無線LANアンテナの

国際動向

• 米国

- Preamble PuncturingをDFSとAFCに適用することは許されている。6 GHz LPIの運用に関してはネットワーク最適化のために利用することは許されているが、他システムとの共用に用いることは許されていない。(Contention Based Protocolによりエネルギーを検出した場合はPreamble Puncturingを用いることはできない)

5 GHz:

https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=K97%2Bv1uUip28TVefkg%2BV%2FQ%3D%3D&desc=789033%20D02%20General%20UNII%20Test%20Procedures%20New%20Rules%20v02r01&tracking_number=52935

6 GHz:

https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=Pxw%2BOTbrjoJmPu5EUdAVqQ%3D%3D&desc=987594%20D02%20UNII%206%20GHz%20EMC%20Measurement%20v02r01&tracking_number=277034

• 欧州

- Preamble PuncturingをWLANの運用で利用することは可能であり、送信マスクの定義もされている。近く承認されるEN301 893*に含まれる予定。しかしながらDFSへの適用は、今後の議論となっている。AFCについては、制度そのものが整っていない状況。

* EN301 893 (Draftの最終段階)

要望事項

DFSやAFCにもPreamble Puncturingを利用することは、**広帯域信号を使用できる機会を増やせる可能性が増え、周波数のさらなる有効利用となる**ので制度化の検討を進めていただきたい。具体的な検討項目は以下の通り：

1. IEEEで規定されているマスクを用いて、Puncturingしたチャンネルの部分の電力が、これまでの周波数共用検討で用いてきた条件と比較し、有害な干渉を与える可能性があるかどうかを検討する
 - Puncturingブロック部の最大値は隣接チャンネル漏えい電力の最大値を下回ることは確認済み
2. Preamble PuncturingがDFSやAFCに使用できるという結論が出た場合は、技術条件案および試験方法を検討する
 - 送信マスク、占有帯域幅、送信電力密度等の規定
 - Preamble Puncturingの技術条件が規定されていない現状では、IEEEの標準に規定されているPunctureされたチャンネルではキャリアセンスが要求されないという点が明確になっていない。Preamble Puncturingの領域がIEEE規格のスペクトルマスクを満足していれば、漏洩電力は隣接チャンネル未滿となることが前回答申で確認されており、そのためキャリアセンスを行わない場合であっても共用可能であると解釈し得る。
 - Preamble Puncturingを行ったチャンネルのレーダースキャンは行わない
 - 試験方法 (欧米での試験条件も考慮して検討を行う。すべてのPuncturingの組み合わせを試験することは現実的ではない点も留意する)