

IEEE 802.11axの導入に向けた 検討について

2018年7月27日

浅井 裕介(NTT)

足立 朋子(東芝)

城田 雅一(クアルコムジャパン)

もくじ

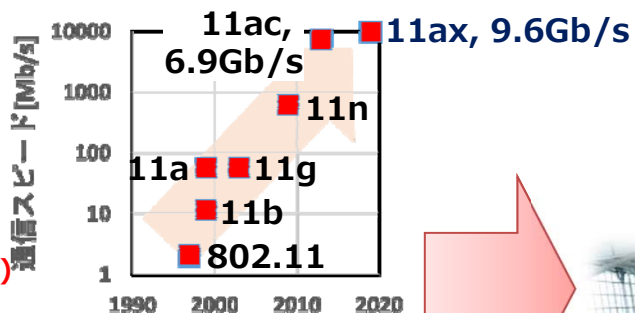
- **802.11axの目的と展開領域**
- **標準化スケジュール**
- **先行市場の立ち上がり**
- **主要技術・規定**
- **スループット改善効果(例)**
- **802.11ax導入に関連する電波法規則**

802.11axの目的と展開領域

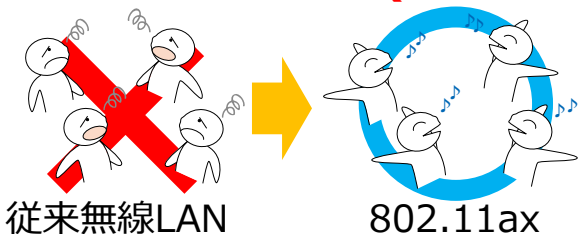
目的：無線LANシステム、無線LAN端末が多数ある環境でスループット（体感スピード）を改善する(最低4倍)

★ 伝送速度が上がる

(11ac : 6.9Gb/s
⇒ 11ax : 9.6Gb/s)



★ 混雑した環境でも一人一人の体感スピードが上がる (最低4倍)



★ 同じ周波数リソースで多数の端末を収容できる

★ 同一端末数をサポートするのにアクセスポイント数を減らせる

利便性の改善が期待される既存の領域



(総務省 教育ICTガイドブック Ver.1)

今後新たな展開が期待される領域 – IoT



標準化スケジュール



SG: Study Group (規格化活動の枠組みを定義し(PARとCSDの作成)、TG設立を目的としたグループ)
 PAR: Project Authorization Request (スコープや必要性など規格化活動を規定)
 CSD: Criteria for Standards Development (規格化活動の位置づけなどを説明)
 TG: Task Group (規格ドラフトを策定するグループ)
 SFD: Specification Framework Document (技術仕様の概要)

現在

ドラフト3.0版のLetter Ballot結果(7/1〆切): 承認率86.5%

- ドラフト承認率75%以上を達成したため、技術スペックは承認された状態
- 今後はRecirculation Letter Ballotに移行*

* 投票者・コメント内容が制限される(バグがある場合を除き、技術スペックそのものを変更するコメントは受領されない)ため、ドラフト内容を収束させるフェーズに入る。

先行市場の立ち上がり

- 2018年1月で主要チップベンダーからのドラフト対応サンプルのプレスリリースがほぼ出揃う

ベンダー	Qualcomm	Qualcomm	Broadcom	Broadcom	Broadcom	Quantenna	NXP	Marvell	Marvell	Marvell	Celeno	Intel
型番	IPQ8074	QCA6290	BCM43684	BCM43694	BCM4375	QSR10G-AX	LA1575	88W9068	88W9064	88W9064S	詳細不明	詳細不明
対応ストリーム数	8-stream	2-stream	4-stream	4-stream	2-stream	8-stream	?	8-stream	4-stream	2-stream		
用途	Routers, Gateways, AP	Laptops, smartphones, tablets	residential Wi-Fi access points	enterprise access points	mobile devices such as smartphones and tablets	access points		Enterprise/Retail AP Gateway Fixed wireless	Enterprise/Retail AP Gateway Fixed wireless	set-top box		
プレスリリース年月日	2017/2/14	2017/2/14	2017/8/15	2017/8/15	2017/8/15	2016/10/17	2017/2/22	2017/12/11	2017/12/11	2017/12/11	2018/1/4	2018/1/8

- 対応ルータの発表もあり

802.11ax対応Wi-Fiルーター「RT-AX88U」、ASUSがIFA 2017で発表(2017/8/31)
<https://internet.watch.impress.co.jp/docs/news/1078483.html>



802.11ax対応ルーター「AX6000」「AX1100」、D-LinkがCES 2018で発表(2018/1/8)
<https://www.pcworld.com/article/3246287/ces/d-link-introduces-its-first-80211ax-routers.html>

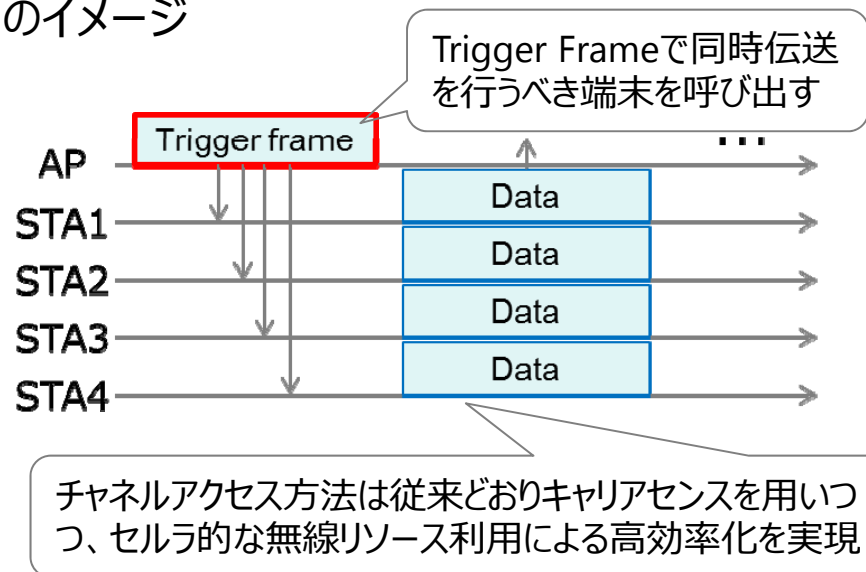


主要技術・規定: ①マルチユーザ(MU)伝送 (1/3)

複数端末との同時伝送によりオーバーヘッドを削減し、高効率化を実現

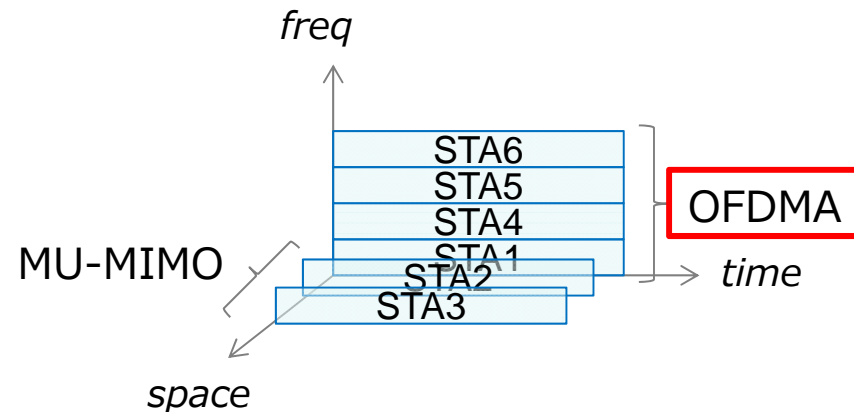
- 11ac: DL MU-MIMO(空間多重を活用した複数端末宛同時伝送技術)を規定
- 11ax: DL OFDMA / UL OFDMA / UL MU-MIMOを新規規定
 - 多重方式として新たにOFDMAを採用。
 - 異なるサブキャリアグループ* を異なる端末に割り当て、多重化する技術
 - さらに、UL MU-MIMO(複数端末からAPへの同時多重伝送技術)を規定。

※UL MU(UL OFDMA/UL MU-MIMO)のイメージ



* Resource Unit (RU)と呼ばれる。

※OFDMAとMU-MIMOは併用可



主要技術・規定: ①マルチユーザ(MU)伝送 (2/3)

- OFDMA伝送における無線リソース利用
 - アクセス権を確保した無線リソース(20/40/80/160/80+80MHz幅のチャンネル)に対してRU (Resource Unit)単位にSTAを割り当て、多重伝送
- 特に短いパケットの端末同士を多重する場合、高い伝送効率改善効果を発揮
- DL OFDMAは11axでは必須規定

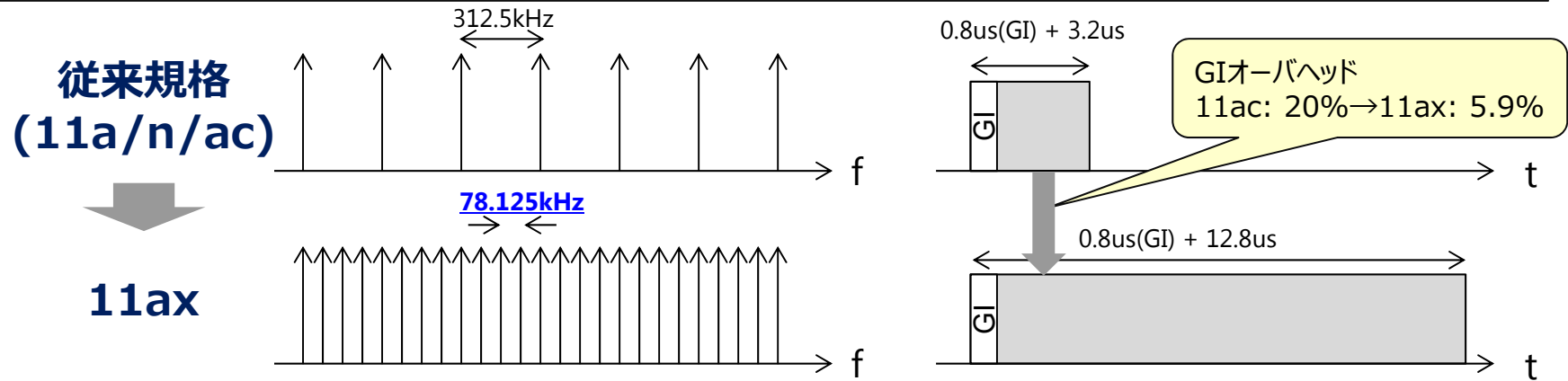
チャンネル幅に対する最大RU数

RU type	20 MHz	40 MHz	80 MHz	80+80 MHz、160 MHz
26 tone	9	18	37	74
52 tone	4	8	16	32
106 tone	2	4	8	16
242 tone	1	2	4	8
484 tone	-	1	2	4
996 tone	-	-	1	2
2x996 tone	-	-	-	1

106 tone以上でMU-MIMOと組み合わせでの利用可能(オプション)

主要技術・規定: ①マルチユーザ(MU)伝送 (3/3)

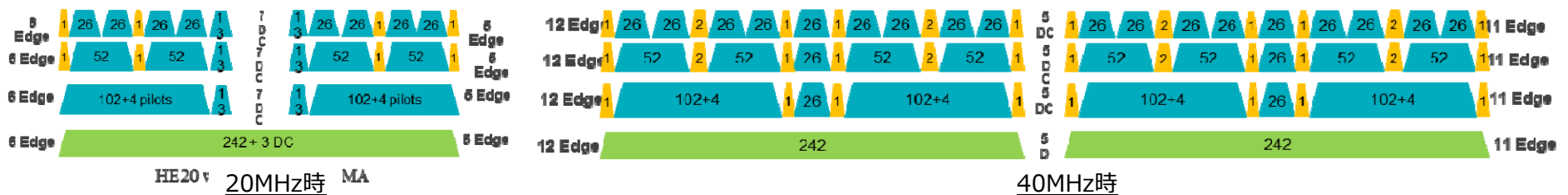
サブキャリア(トーン)配置の稠密化: 従来比4倍



サブキャリア密度が4倍 → きめ細かなRU割当が可能
 シンボル長を4倍 → GI*の時間率を削減、**伝送効率改善**
 GI長拡大オプション(最大3.2us) → **屋外環境に対応**

* GI: Guard Interval.
 OFDM/OFDMA伝送において、マルチパスフェージングによるシンボル間干渉の影響を緩和するための冗長信号。

● サブキャリア配置(20MHzと40MHzの例)



実装と効率のトレードオフを加味した上で規定

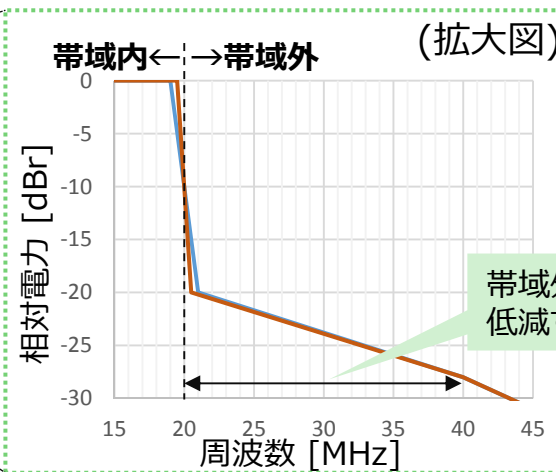
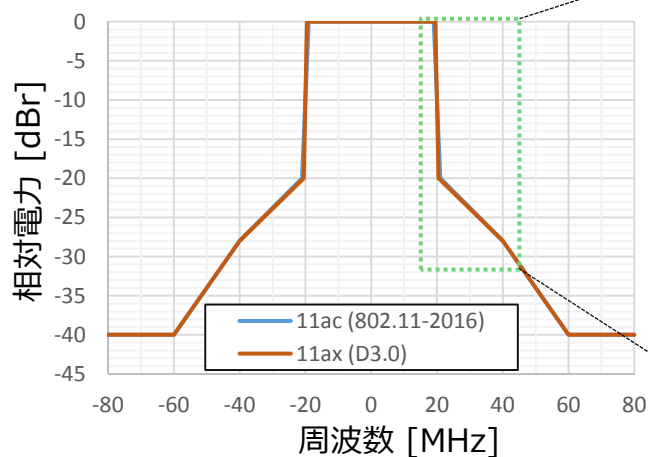
Ref Doc.: IEEE802.11-16/132r17

主要技術: 微修正・追加を行った項目 (1/2)

②スペクトルマスクの修正

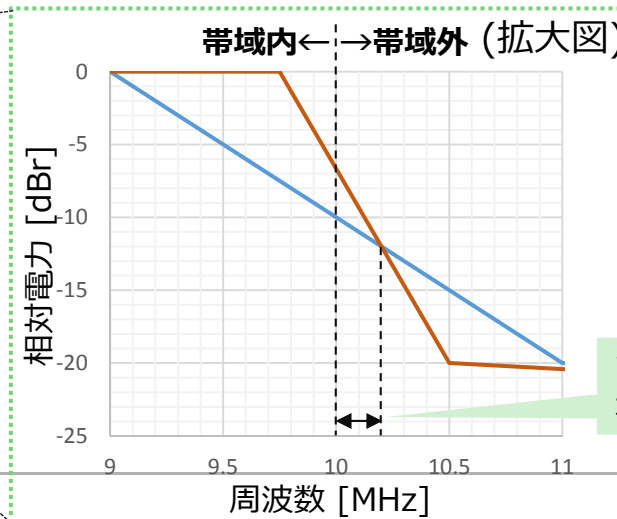
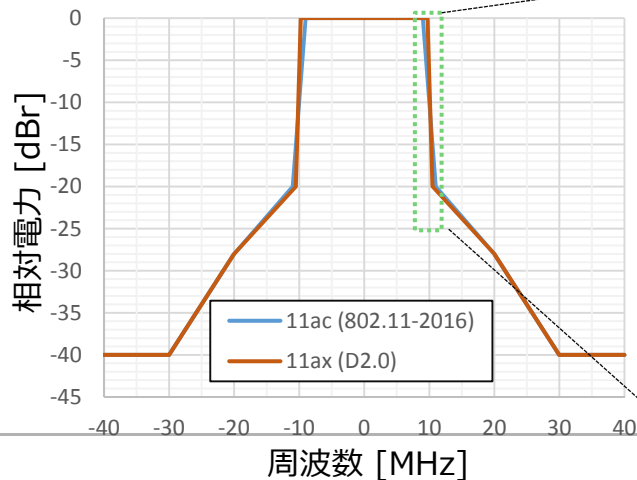
- 40/80/160/80+80MHzチャンネル: 帯域外漏えい電力が微減

<40MHzシステムのマスク>



※80/160/80+80MHzについても、周波数軸スケールを縮小すれば対称形となるため同様となる。

- 20MHzチャンネル: 境界周辺のわずかな領域において帯域外漏えい電力が微増



主要技術: 微修正・追加を行った項目 (2/2)

- ③ **高速化** ⇒ 最大伝送レート9.6Gbps
- MCS¹⁾ 追加
 - 256QAM(8bit/tone) → 1024QAM(10bit/tone)(オプション)
 - フレーム長拡大
 - フレーム集約できる最大MPDU数²⁾: 64 → 256 (オプション)

802.11acでは
6.9 Gb/s

④ **通信距離延長**

- 長距離伝送専用フォーマット(ER: Extended Range)の規定

⑤ **ロバスト化**

- DCM(Dual subCarrier Modulation)³⁾ 変調方式の追加
- Mid-amble⁴⁾ の追加

(低消費電力化)

- 20 MHzのみ対応するロースペック端末⁵⁾ を定義
- 4種のパワーセーブ機能

802.11acは80 MHz帯域対応必須

↳ **(OFDMAを含め) これらはIoTへの展開を意識**

1) MCS: Modulation and Coding Scheme。変調方式とチャネル符号化率の組み合わせ。

2) MPDU: MAC Protocol Data Unit。802.11 MACにおいて取り扱われるデータ単位。一般的には、上位レイヤがIPである場合、IPパケットにヘッダを付加した情報となる。

3) 複数のサブキャリアで同じ情報を伝送することでダイバーシチ効果を得て伝送路誤り耐性を高める伝送形態。伝送レートはDCMではない場合と比較して1/2となる。

4) 無線フレーム途中に挿入される伝搬路推定用の既知信号を指す。端末が高速に移動する伝搬路変動が激しい環境において、誤りを低減することが可能となる。

5) 20 MHz only non-AP STAと呼ばれる。

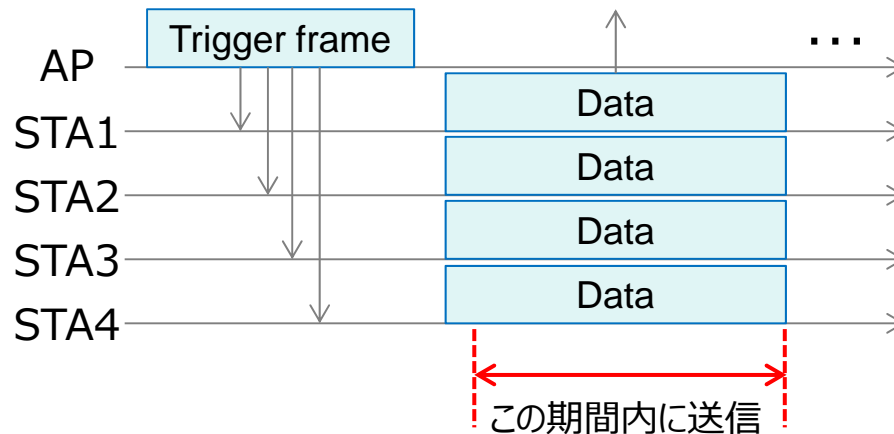
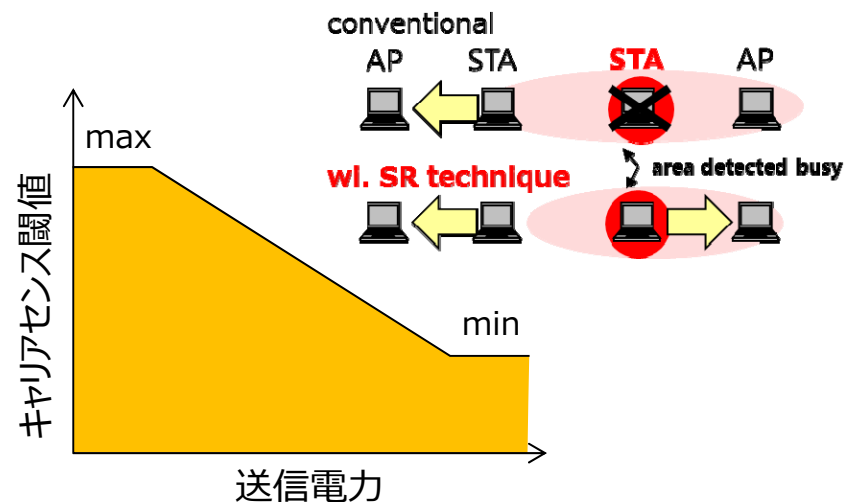
主要技術: ⑥ Spatial Reuse (SR)

キャリアセンスレベルの動的制御技術として、以下を規定

- OBSS_PD-based spatial reuse
 - 受信パケットが他BSSからと判断した場合にキャリアセンス閾値を上げる
 - 送信電力を下げる分、キャリアセンス閾値を上げる

802.11ax送信の場合のみ

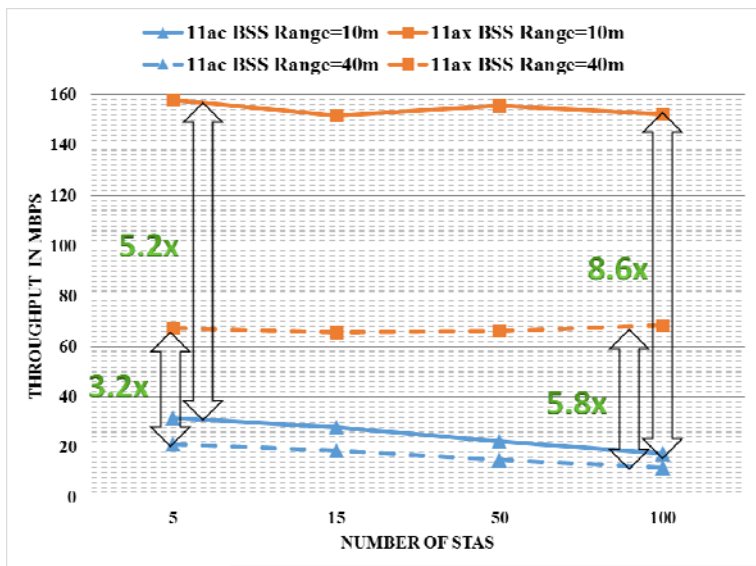
- SRP-based spatial reuse
 - 他BSSのパケットの送信電力と受信許容干渉レベルに基づき、送信電力を調節し、受信パケットの占有期間中にかぶせて送信する



802.11axのスループット改善効果例

条件

- シミュレーション結果 1
 - 単一アクセスポイント
 - アクセスポイントからの距離: 10m or 40m
 - 端末数: 5、15、50、100
 - 周波数帯: 5 GHz帯、チャンネル幅: 20MHz
 - アンテナ数
 - アクセスポイント 4本
 - 端末 1本
 - トラフィックモデル: フルバッファ、アップリンクのみ
 - パケットサイズ: 1460バイト
 - 多重方式: MU-MIMO



条件

- シミュレーション結果 2
 - アクセスポイント数: 3
 - アクセスポイントからの距離: 30m
 - アクセスポイント当たりの端末数: 13、26、52
 - 周波数帯: 5 GHz帯、チャンネル幅: 80MHz
 - アンテナ数: アクセスポイント、端末ともに1本
 - トラフィックモデル: フルバッファ、アップリンクのみ
 - パケットサイズ: 100バイト
 - 多重方式: OFDMA

アクセスポイントあたりの端末数: 52の場合

	11ac RTS OFF	11ac RTS ON	11ax RTS OFF
MCS5	31.35	133.21 (93.47, 22) (#)	129.60
MCS9	15.81	98.98 (63.41, 14) (#)	177.57

4.1倍

11.2倍

参照 doc.: IEEE 802.11-17/0076r1

混雑した環境では4倍以上のスループット改善効果

802.11ax導入と電波法規則との関係

- 11axにおける新技術・規定を利用するための技術的条件を検討する必要がある。
- 並行して、共用検討を実施する必要がある。

