



Wi-Fi最新動向

～Wi-Fiの「明日のカタチ」～

Ryuzi Toyama



table of contents

1. Wi-Fi最新動向のとらえかた
2. Wi-Fi6, Wi-Fi6E, 6GHz
3. Wi-Fiの中継機とメッシュ
4. むすび



登壇者自己紹介

- + **なまえ: 外山 隆司(とやま りゅうじ)**
- + **製造年: A. D. 1981**
- + **所属: CONBU**
- + **昼の仕事: 某通信キャリア情シス系子会社在籍
何故か採用担当者3期目**



このプログラムの要約



このプログラムの要約

- (1) Wi-Fi最新動向は
「パフォーマンス」 「セキュリティ」
「混雑対策」 の3つからとらえる
- (2) 現在のWi-Fi最新動向は「6」がキーワード
- (3) 広い「おうちWi-Fi」にはメッシュの検討を



Wi-Fi最新動向のとらえかた

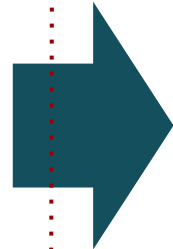


Wi-Fi最新動向のとらえかた



盗聴怖い
セキュリティ確保！

有線より遅い
転送速度向上！



どこでも誰でも使う
混雑してきた…つらみ

(めっちゃ)普及



Wi-Fi最新動向のとらえかた

セキュリティ
暗号化、認証方式など

パフォーマンス
最大転送速度を上げる

Wi-Fiに関する
技術・規格・仕様

混雑対策
複数端末通信、効率改善





Wi-Fi最新動向のとらえかた

規格名	利用周波数帯(Hz)	最大転送速度
802.11	2.4GHz	2Mbps
802.11b	2.4GHz	11Mbps
802.11a	5GHz	54Mbps
802.11g	2.4GHz	54Mbps
802.11n(Wi-Fi4)	2.4GHz, 5GHz	600Mbps
802.11ad	60GHz	6.8Gbps
802.11ac(Wi-Fi5)	5GHz	6.9Gbps
802.11ax(Wi-Fi6)	2.4GHz, 5GHz	9.6Gbps



Wi-Fi最新動向のとらえかた

規格名	利用周波数帯(Hz)	最大転送速度	パフォーマンス
802.11	2.4GHz	2Mbps	変調方式 周波数帯追加
802.11b	2.4GHz	11Mbps	
802.11a	5GHz	54Mbps	
802.11g	2.4GHz	54Mbps	
802.11n(Wi-Fi4)	2.4GHz, 5GHz	600Mbps	変調方式 + MIMO チャンネル・ボンディング フレームアグリゲーション ...
802.11ad	60GHz	6.8Gbps	
802.11ac(Wi-Fi5)	5GHz	6.9Gbps	
802.11ax(Wi-Fi6)	2.4GHz, 5GHz	9.6Gbps	



Wi-Fi最新動向のとらえかた

規格名	利用周波数帯(Hz)	最大転送速度	セキュリティ
802.11	2.4GHz	2Mbps	WEP
802.11b	2.4GHz	11Mbps	
802.11a	5GHz	54Mbps	
802.11g	2.4GHz	54Mbps	
802.11n(Wi-Fi4)	2.4GHz, 5GHz	600Mbps	
802.11ad	60GHz	6.8Gbps	AES (WPA2→WPA3)
802.11ac(Wi-Fi5)	5GHz	6.9Gbps	
802.11ax(Wi-Fi6)	2.4GHz, 5GHz	9.6Gbps	



Wi-Fi最新動向のとらえかた

規格名	利用周波数帯(Hz)	最大転送速度	混雑対策
802.11	2.4GHz	2Mbps	N/A
802.11b	2.4GHz	11Mbps	
802.11a	5GHz	54Mbps	
802.11g	2.4GHz	54Mbps	
802.11n(Wi-Fi4)	2.4GHz, 5GHz	600Mbps	MU-MIMO BSS Coloring ...
802.11ad	60GHz	6.8Gbps	
802.11ac(Wi-Fi5)	5GHz	6.9Gbps	
802.11ax(Wi-Fi6)	2.4GHz, 5GHz	9.6Gbps	



Wi-Fi最新動向のとらえかた

セキュリティ
暗号化、認証方式など

WEP→TKIP→AES
WEP→WPA→WPA2→WPA3
802.1xの併用(PSK or Enterprise)
SAE, PMK

パフォーマンス
最大転送速度を上げる

5GHz帯開放, W53/W56開放
DSSS→OFDM
BPSK→QPSK→QAM→n-QAM
MIMO, channel bonding...

Wi-Fiに関する
技術・規格・仕様

混雑対策
複数端末通信、効率改善

OFDMA, MU-MIMO, BSS Coloring...



「6」がキーワード



Wi-Fi6, Wi-Fi6E, 6GHz

- + Wi-Fi6 (802.11ax)
 - 周波数帯: 2.4GHz, 5GHz
 - 変調方式: OFDMA, 1024-QAM
 - その他の仕様
 - WPA3
 - BSS coloring
 - MU-MIMO

802.11acは5GHzのみ

802.11ac製品でも対応機種あり？

Wi-Fi6Eというものが出てきたらいい??



Wi-Fi6, Wi-Fi6E, 6GHz

+ Wi-Fi6E (802.11ax)

- 周波数帯: 2.4GHz, 5GHz, **6GHz**
- 変調方式: OFDMA, 1024-QAM
- その他の仕様
 - WPA3
 - BSS coloring
 - MU-MIMO

現時点で日本では未開放

新しい周波数帯が利用可能となる規格



Wi-Fi6, Wi-Fi6E, 6GHz

+ 6GHz帯の開放

- 周波数帯: **5.925GHz~7.125GHz**
- 20MHz幅で得られるチャンネル数見込みは59
 - ボンディング160MHzでも7
- 衛星通信、固定マイクロ波通信で既に利用
 - 放送事業者の中継用途@日本
- 既存利用との共存のため出力と利用場所を規定
 - VLP: Very Low Power device
 - LPI: Low Power Indoor-only device
 - Standard Power device
 - AFC(Automated Frequency Coordination)

5GHz, W56のDFSみたい



…Wi-Fi 7 !?



Wi-Fi7 (802.11be)

+ Wi-Fi7 (802.11be)

- 周波数帯: 2.4GHz, 5GHz, 6GHz
- 変調方式: 4096-QAM
- 最大転送速度: 30Gbps以上
- その他の提案機能
 - 最大320MHz幅のチャネルボンディング
 - MU-MIMOストリーム数の拡張



Wi-Fi7 (802.11be)

+ Wi-Fi7 (802.11be)

- 周波数帯: 2.4GHz, 5GHz, 6GHz
- 変調方式: 4096-QAM
- 最大転送速度: 30Gbps以上
- その他の提案機能
 - 最大320MHz幅のチャンネルボンディング
 - MU-MIMOストリーム数の拡張
 - WPA3には(おそらく)対応

「最新動向のとらえかた」に即して色分け



Tips

最新動向を読み解く、つかむ ≠ 最新技術の恩恵を受けられる

ex) Wi-Fi5の最大転送速度はMU-MIMO 8x8, 160MHz bonding時
→アクセスポイント(親機)、クライアント(子機)ともに
アンテナ数や通信仕様(ハード&ソフト両面)が求められる

ex)現時点でのWi-Fi6対応端末にも規格未対応部分
→80MHzボンディングまで とか
→Wi-Fi6E(6GHz)での通信は当然(まだ)できない

同時にお手元の機器、環境を把握・理解いただきたい



Wi-Fiの中継機とメッシュ



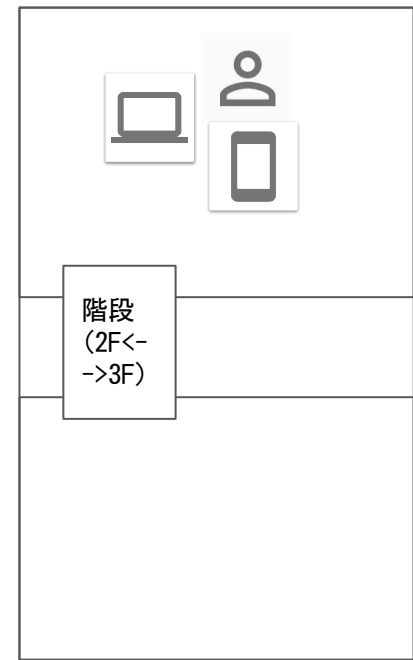
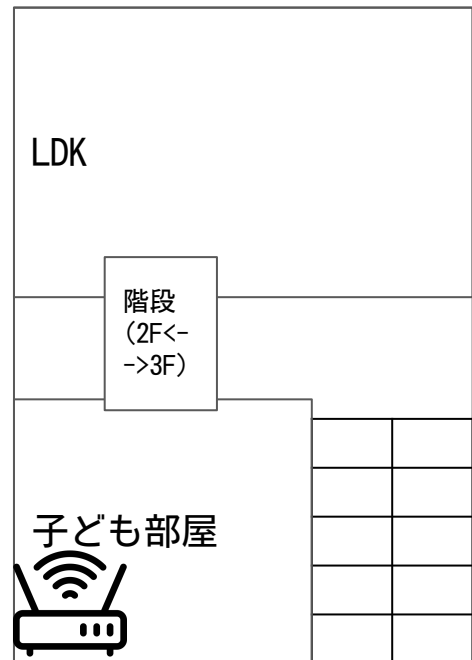
Wi-Fiの中継機とメッシュ



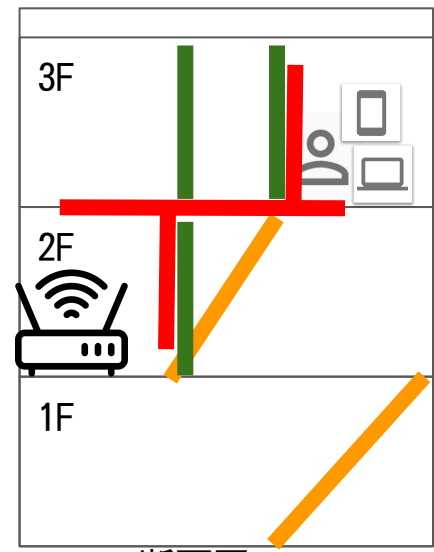
おうち：3F建、戸建て、ご家族4名

症状：

- 仮想デスクトップ利用時の画面再描画処理の頻発
- ビデオ会議、音声会議時の音声の途切れ、遅延



- █ 干渉ポイント
- █ 引き戸
- █ 階段



断面図



Wi-Fiの中継機とメッシュ

おうち：3F建、戸建て、ご家族4名

倉
力

No.	改善策内容	改善策意図
I.	仕事場所を移動	APに物理的に近づいて電波環境を改善
II.	一時的な動画視聴制限を依頼	自分以外のノードの電波占有を防止しエアタイムの最適化
III.	物理的な配置の改善	床置きが最適なのか？電波は光の一種，物理干渉の軽減
IV.	在宅勤務と家族利用のSSID分割	周波帯を分け(空間分割をし)ノード間干渉を解消
V.	中継機の増設	物理干渉要因を可能な限り除去

1階
玄関

子ども部屋



中継機"がorで"いいのか？

断面図



Wi-Fiの中継機とメッシュ

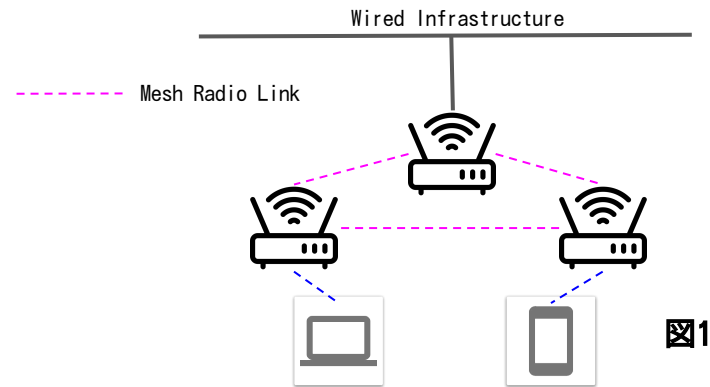




802.11s

+ 802.11s: The WLAN Mesh Standard

- ネットワーク構成: 図1参照
- MAC層における4つの機能
 - Mesh Topology Learning, Routing and Forwarding
 - Mesh Network Measurement
 - Mesh MAC (Medium Access Coordination)
 - Mesh Security

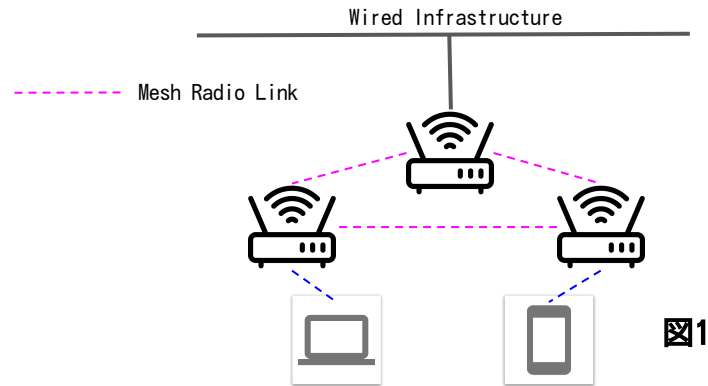




802.11s

+ 802.11s: The WLAN Mesh Standard

- ネットワーク構成: 図1参照
- MAC層における4つの機能
 - Mesh Topology Learning, Routing and Forwarding
メッシュの構成とメッシュ内の通信経路決定
 - Mesh Network Measurement
通信経路決定時のメトリック計算・チャンネル状況測定
 - Mesh MAC (Medium Access Coordination)
メッシュ内の通信効率化、最適化
 - Mesh Security
メッシュ内通信の暗号化





802.11s

+ 802.11s: The WLAN Mesh Standard

- ネットワーク構成: 図1参照

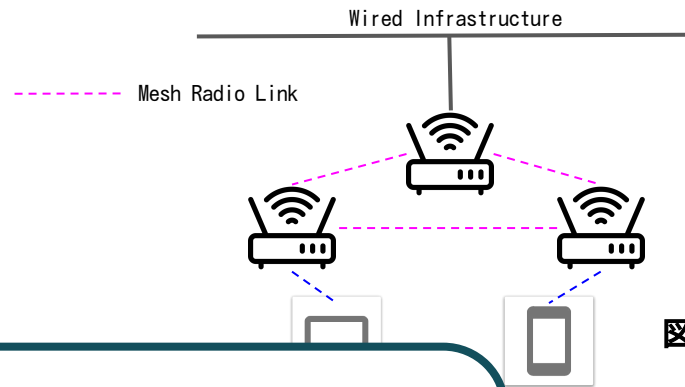


図1

アクセスポイント間で構成したメッシュは
クライアントとの通信とは別に最適化される

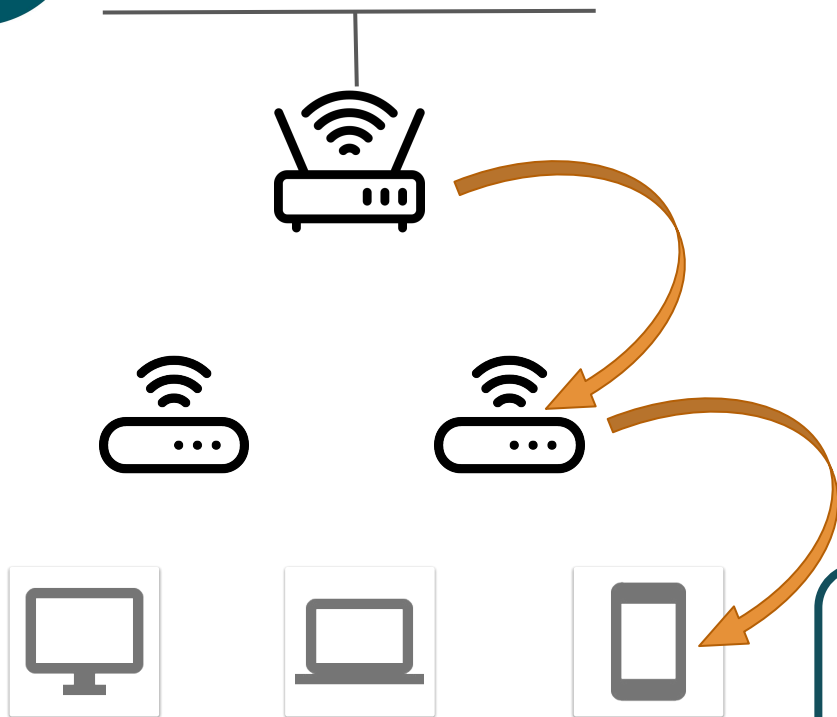
メッシュ内の通信効率化、最適化

- Mesh Security

メッシュ内通信の暗号化



Wi-Fiの中継機とメッシュ



■中継機の場合

基本的には左図のように通信

→オーバーヘッドは中継分かかる

= AP<-->Phone間の通信だが実質

APと中継機、中継機とPhoneの通信

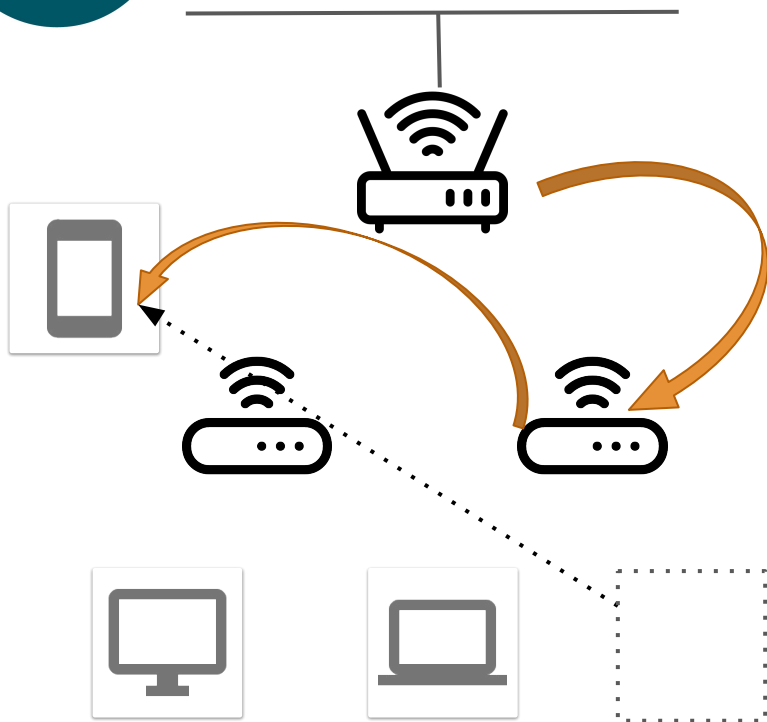
→中継中の最適化はない

= 他の中継機との干渉

アクセスポイントから見れば
中継機はクライアントのひとつ



Wi-Fiの中継機とメッシュ



■中継機の場合

基本的には左図のように通信

→オーバーヘッドは中継分かかる

= AP<-->Phone間の通信だが実質

APと中継機、中継機とPhoneの通信

→中継中の最適化はない

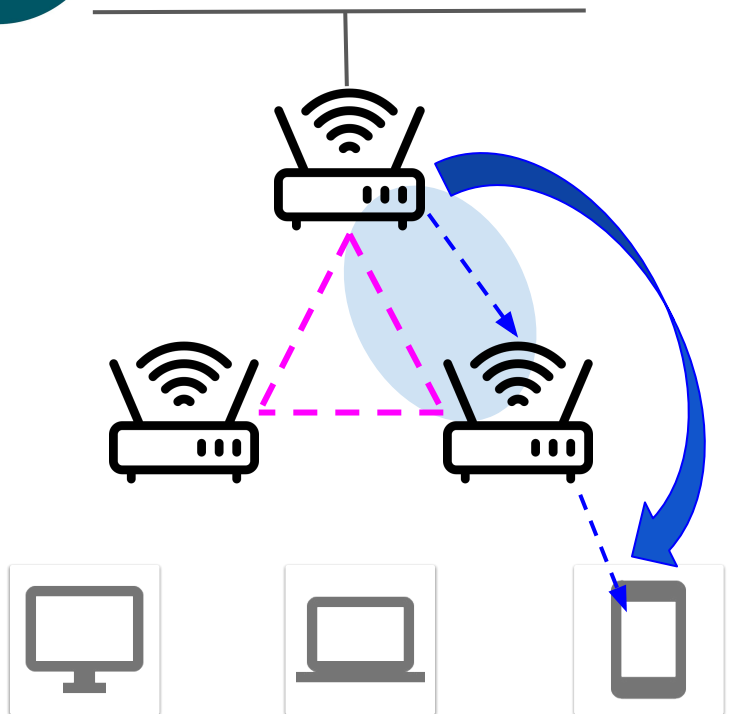
= 他の中継機との干渉

→ローミングも非効率

アクセスポイントから見れば
中継機はクライアントのひとつ



Wi-Fiの中継機とメッシュ



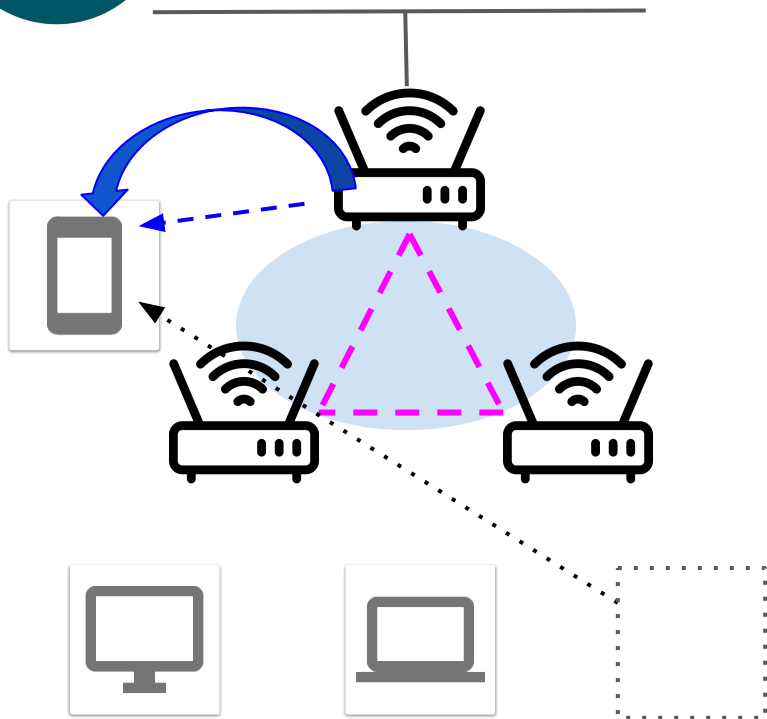
- メッシュの場合
- AP間の通信は効率化・最適化
- MDA、CCFなどの機能
- = メッシュ内は別のchを使う
- = 各デバイスへの占有時間充当

※どのように効率化・最適化するかは製品実装依存

トポロジ内に効率化・最適化の制御可能な部分が増える
=Wi-Fi全体の品質向上



Wi-Fiの中継機とメッシュ



- メッシュの場合
- AP間の通信は効率化・最適化
- MDA、CCFなどの機能
- = メッシュ内は別のchを使う
- = 各デバイスへの占有時間充当

※どのように効率化・最適化するかは製品実装依存

トポロジ内に効率化・最適化の制御可能な部分が増える
=Wi-Fi全体の品質向上



むすび



むすび

Wi-Fi 明日のカタチ

1. Wi-Fi6、Wi-Fi6EからWi-Fi7へ
 - パフォーマンス、セキュリティ、混雑対策の観点
 - 製品仕様、実装、構築環境と両立した理解を

2. おうちWi-Fiにメッシュの選択肢
 - 中継機との挙動の違い

自ら理解して使うこと、それが「明日のカタチ」



Q&A

Q. Meshタイプのルータで市販されているものとしては何かありますでしょうか？
google homeなどでしょうか？

A. google homeにWi-Fiルータ機能が具備されていたように記憶していますが、メッシュに対応してはいないと思われます。"メッシュ対応 ブロードバンドルータ"等で調査されるのが良いと考えます。

※講演後補足: Google社の製品ならば Google Nest WiFiシリーズが該当するようです



Q&A

Q. Wi-Fi6やWi-Fi7を使用する場合、機器側の物理NW速度が重要かと思いますが、最近の機器は1Gbpsしか出ないものが多いようです。実際、高速な物理NWと両方が早くなって欲しいものですが、その辺りは連携していないモノなのではないでしょうか？

A. 私見になりますが、有線通信と無線通信の仕様検討WGはおそらく別でしょうし、連携していないモノと考えます。ですが、有線通信の最大転送速度は常時無線通信のそれを上回っており、10GbEもデータセンターネットワーク等では主流です。質問者の方がおっしゃるように無線通信の上流の有線部分のスループットを意識して設計構築するのが重要と思います。



Q&A

Q. Mesh Wi-Fiはメーカー独自が多い様ですが、何がネックになっているのでしょうか？

A. 今回のプログラムで調査した範囲からの回答になりますが、802.11sの標準化策定終了を待たずして、各メーカーがWi-Fiのメッシュネットワークを開発し始めたことによると考えています。



Q&A

コメント：本日は無線でのメッシュでしたが、有線でもメッシュネットワークを構築できる機器があるようです。

Q. これ以上Wifiに早い速度が必要なのでしょうか。モバイルネットワークならまだ理解できます。

A. 私見ですが、技術仕様としての早い速度を追求するよりは、ご自身のWi-Fi利用において十分に快適な速度となる環境を作る方が大事ではないかと考えます。ゆえに、本プログラムで最新動向とともにお手元の環境の理解も両立して、とお伝えしました。



ありがとうございました