



メッシュネットワークの構築

ベスト プラクティス設計ガイド

2018年9月

目次

対象読者.....	6
メッシュの必要性.....	7
ラッカスが対応するメッシュ AP.....	9
標準の SmartMesh.....	10
標準メッシュの利点:.....	11
メッシュの弱点:.....	11
e メッシュ / ハイブリッドメッシュ.....	11
eMAP メッシュの利点:.....	12
メッシュブリッジ.....	12
メッシュとブリッジのどちらを使用するか.....	12
ワイヤレスメッシュ設計で考慮すべき事柄.....	13
メッシュパフォーマンス.....	13
適切な機器の選択.....	13
無線の選択.....	14
ワイヤレスメッシュとのブリッジ.....	14
メッシュリンクの距離.....	14
メッシュのホップ数.....	14
ツリー深度.....	14
スループットとレイテンシー.....	14
APの取り付けと設置.....	17
フレネルゾーン.....	17
信号が到達しにくいエリアのカバレッジ.....	17
外部アンテナ.....	17
サイトの場所.....	17
道路のカバレッジ.....	17
見通し線 (LoS).....	18
電源.....	19
キャパシティ.....	20
シングル無線とデュアル無線のキャパシティへの影響.....	20
データ.....	20
ビデオ.....	21

2018年9月

音声	21
クライアントカバレッジ.....	21
クライアント分離.....	21
グローバルクライアント分離.....	22
ZoneDirector.....	22
SmartZoneOS.....	23
メッシュトポロジーの検出.....	25
ZoneDirector.....	25
SmartZoneOS.....	26
ジャンボフレーム対応.....	26
メッシュの検証.....	28
ラッカス信号% - SNR マッピング.....	29
メッシュの SpeedFlex テスト	30
一般的な問題.....	32
根本原因	32
デバッグのためのシェルコマンド.....	33
役に立つシェルコマンド/meshd オプション シェルコマンドは、Ruckus サポートエンジニアが用 いるデバッグ用コマンドであるため、代理店様、エンドユーザ様は利用できません。	33
メッシュ ネイバー表の読み方と解釈	33
meshd -dn.....	33
ネイバーメッシュステータス S	34
Flt	35
アイランドフィルター IF.....	36
UR.....	37
メッシュログ.....	37
リファレンスアーキテクチャのオプション: SmartMesh パーティショニング.....	38
メッシュネットワークのパーティショニング	38
SmartZone ネットワーク コントローラー.....	38
AP ゾーンの使用	38
AP ゾーンの使用が適しているケース	38
AP ゾーンの作成方法.....	39
メッシュパーティショニングの利点	39
ネットワークデプロイプロセス.....	40
ワイヤレスデプロイが失敗する原因.....	40

2018年9月

サイトの評価	40
予測設計	41
屋内対屋外の予測ツール	41
予測モデリング チェックリスト	41
RF 信号品質	41
デプロイ前のサイト サーベイ	41
サーベイの結果	41
ワイヤレス メッシュ ネットワーキング設計の課題	42
ネットワーク設計プロセスに必要な計算	42
AP の数	42
無線のキャパシティ	42
エアタイムは成功のために極めて重要.....	42
デバイスのエアタイム使用量の推定	42
SmartMesh ネットワークを使用する IP 監視ビデオ	44
Wi-Fi を使用する VoIP のデプロイ	44

2018年9月

著作権表示と専有情報

Copyright © 2018、ARRIS 傘下企業ラッカス。全権利を保有します。Ruckus、Ruckus Wireless、Ruckus ロゴ、Big Dog デザイン、BeamFlex、ChannelFly、Xclaim、ZoneFlex、OPENG は、米国および他の国々で登録された商標です。Ruckus Networks、MediaFlex、FlexMaster、ZoneDirector、SpeedFlex、SmartCast、SmartCell、Dynamic PSK は世界中で使用される Ruckus の商標です。本ドキュメントまたはウェブサイト内で言及した商品名やブランド名は他の人が所有権を主張する可能性があります。17-6-A

インストール先の管理に関する記述

本書に記載されているテクニカルデータは米国の輸出管理法の対象となる可能性があります。米国法に反する他国国民への開示は禁止されています。該当する規制の判断とその順守は読者の責任です。

免責事項

本ドキュメントならびに本ドキュメントに含まれるすべての情報(「資料」)は、一般的な情報目的でのみ提供されます。ラッカスおよびラッカスのライセンス許諾者は、本資料について明示的か黙示的に関わらず一切の保証を負わないものとし、これには商品性、非侵害性、および特定の目的に対する適合性、あるいは資料に間違いが存在しない、資料が正確である、または信頼できるという黙示的保証が含まれますが、これに限定されません。ラッカスは本資料に随時変更または更新を加える権利を留保します。

責任の限定

直接的、間接的、付随的、特別、または結果的ないかなる損害についても、あるいは、契約行為か不法行為かにかかわらず、お客様による本資料へのアクセスまたは本資料の使用により生じた利益、売上、データ、または使用の消失によってお客様またはサードパーティが被る損害についても、ラッカスはいかなる責任も負いません。

ラッカスネットワークス・〒103-0027 東京都中央区日本橋 1-18-14・クローバー日本橋ビル 4F・
japansales@ruckuswireless.com ruckuswireless.com

対象読者

本ドキュメントではメッシュネットワークの構築に関連する要因と懸念事項について説明します。多数の要因が初期設計と最終的なパフォーマンスの両方に影響します。本書ではこれらについて検討し、最適な設計のための推奨事項を提示します。

本ドキュメントの内容はWi-Fi設計および802.11/ワイヤレスエンジニアリングの原理についてある程度の経験をお持ちのテクニカルエンジニアの方を対象としています。

2018年9月

概要

メッシュの必要性

たいていの場合、ワイヤレス LAN はクライアントが有線ネットワーク リソースにアクセスするための追加の接続方法と見られています。AP は有線接続と無線の両方を備えているため、このような用途に対応できます。しかし、有線ネットワーク接続がまったく使用できない場合はどうしたらよいでしょうか。有線ネットワークに直接アクセスできない場合にもワイヤレスのデプロイで接続を確保することは可能でしょうか。

既存の有線ネットワークには、ワイヤレスブリッジングとメッシュという 2 つのよく使用される方法があります。ワイヤレスブリッジは、ポイントツーポイントまたはポイントツーマルチポイントのどちらかの接続を行う単純な接続です。ブリッジはクライアントにサービスを提供しません。また、ワイヤレスブリッジは 1 回の「ホップ」と見なされます。つまり、複数ホップのあるワイヤレス「デジーチェーン」に接続することはできません。

ワイヤレスメッシュは、有線 AP 接続が現実的でないような場所にワイヤレスで信号を到達させるための優れた方法です。電源さえあればワイヤレスメッシュを導入できます。メッシュ AP では、ワイヤレスリンクを経由して別のアップストリーム AP にクライアントトラフィックが送信されます。トラフィックは、有線ネットワークに直接接続されている AP に到達するまでこれらのリンクを伝って繰り返し転送されます。

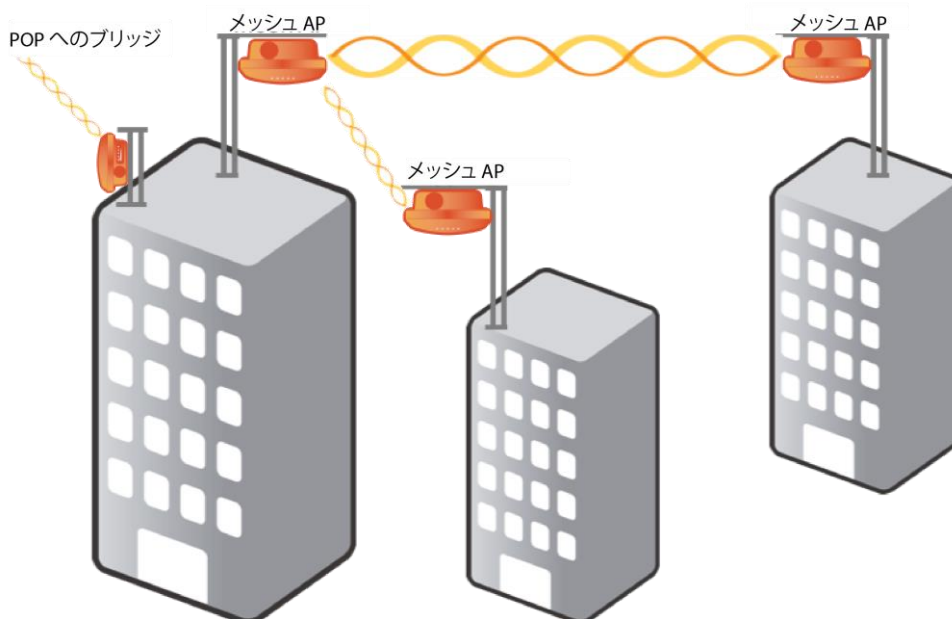


図 1: ワイヤレスメッシュネットワーク

つい数年前まで、ワイヤレスメッシュネットワークは都市全体を覆うエンタープライズ技術であると考えられていました。今日ではワイヤレスメッシュは住宅の中に広がり、地下室のゲーム機に十分な Wi-Fi を確保するために使われています。本ドキュメントでは住宅環境のメッシュには焦点を当てていませんが、メッシュパフォーマンスの基本原理は適用できます。

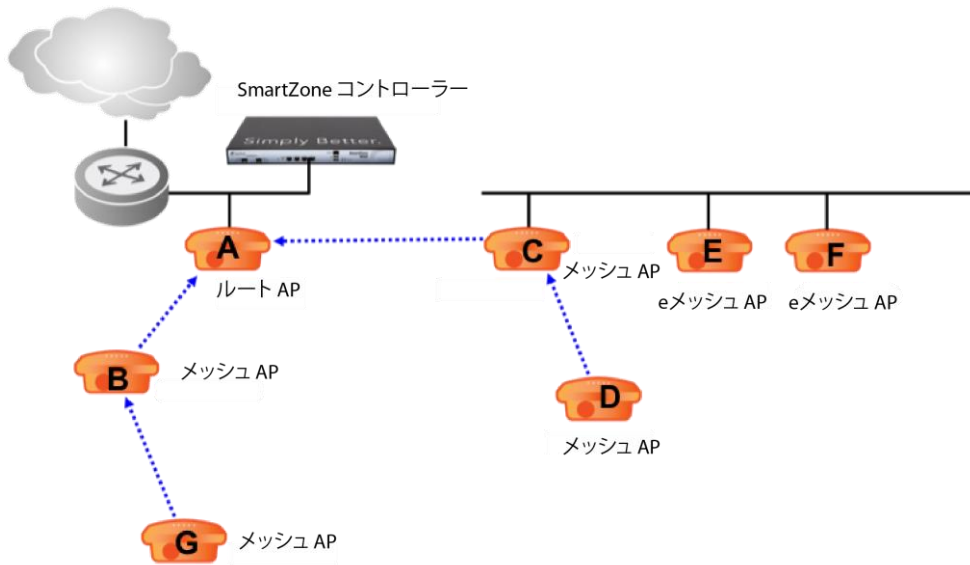


図 2: メッシュの役割

ワイヤレスメッシュネットワークに接続されているデバイスは、1つまたは複数の役割に分類されます。図2を参照しながら以下の表でこれらの役割を定義します。

名称	図2での位置	役割
メッシュノード	A、B、C、D、E、F、G	メッシュ機能が有効になっているすべてのAP
ルートAP	A	イーサネットインターフェイスを通じてSmartZone/ZoneDirectorと通信
メッシュAP	B、C、D、G	(メッシュアップリンク経由で)別のAPを通じてSmartZone/ZoneDirectorと通信
eメッシュAP / eMAP	E、F	別のメッシュノードに接続するイーサネットを経由してSmartZone/ZoneDirectorと通信するメッシュAP
メッシュリンク	A-B、A-C、B-G、C-D	2つのメッシュノード間の接続
メッシュダウンリンク	CからDへ	APに対するクライアントステーションの関係
メッシュアップリンク	DからCへ	クライアントに対するAPの関係
メッシュネイバー		APから見える他のメッシュノード

表 1: メッシュの役割

その他の重要な概念には、メッシュツリーとホップ数があります。メッシュツリーとは相互に接続されたメッシュノードによって形成される木のような構造です。メッシュツリーには構造のベースに必ずルートAPがあります。ツリーに含まれるその他のすべてのメッシュノードはルートAPからのダウンリンクです。AP間の関係はAPまたはステーションのどちらかです。これは、APのアップストリーム接続でそのAPがどのように扱われるかを示します。メッシュAPが別のAPのダウンストリームになっている場合、そのメッシュAPはステーションが持つ多数の性格を持ちます。これがステーションと呼ばれる所以かもしれません。

ホップ数は、ルートAPと特定のAPまたはクライアントとの間のリンク数を示します。1メッシュネットワークを設計する場合は、使用するホップ数を3つまでにすることが推奨されます。これによりメッシュ内の全体的なパフォーマンスが良好になります。

Wi-Fiアクセスポイント(AP)は、ワイヤレスクライアントをネットワークに接続することを目的に設計されています。メッシュAPもワイヤレスクライアントを接続できます。ただし、有線APと異なり、メッシュAPには有線バックボーンへ

¹ ラッカスが対応する最大ホップ数は7です。

2018年9月

の直接接続がありません。いずれかの無線を通じてワイヤレスクライアントデータをアップストリーム AP に送信します (e メッシュ AP を除く)。アップストリーム AP は別のメッシュ AP の場合も有線 (ルート) AP の場合もあります。

ラッカスが対応するメッシュ AP

ほぼすべてのラッカス AP が SmartMesh インテリジェント メッシュ技術によってワイヤレス メッシングに対応しています。ラッカスでは、ハードウェア レベルではルート AP とメッシュ AP を区別しません。メッシュ内のどの AP もメッシュの役割をどれでも担うことができます。メッシュ ノードの役割は、AP のモデルではなく接続およびスループットにおける他のメッシュ ノードとの関係によって決まります。メッシュ ネットワークで異なるモデルの AP を使用している場合、AP が正しくメッシュされるように、チャンネル (屋外対屋内) やチャンネル幅などの RF パラメーターを確実に正しく構成してください。

無線のタイプ	対応 AP モデル
802.11n	7781-CM
802.11ac Wave 1	H500/R500/R600/R700/T300/T301
802.11ac Wave 2	C110/H510/R510/T310/E510/M510 R610/R710/R720/T610/T710/T811-CM *M510 (将来のリリースで対応)
802.11ax	R730

表 2: ラッカスが対応するメッシュ AP

メッシュ AP はシングル無線またはデュアル無線のどちらの場合もあります。デュアル無線 AP の場合、旧リリースではワイヤレス メッシュは常に 5 GHz 無線を使用しました。しかし、SmartZoneOS 5 ワイヤレス メッシュ以降は 2.4GHz または 5GHz の無線を使用できるようになりました。これは、イスラエルなど 5GHz の使用が制限されている国では特に有益です。以前は、これらの国では 7352 など 2.4GHz のみのモデルを使用していましたが、これらのモデルは販売終了となっています。同様に、ZoneDirector AP では、リリース 10.2 以降はどちらの無線でもメッシュを利用できるようになっています。

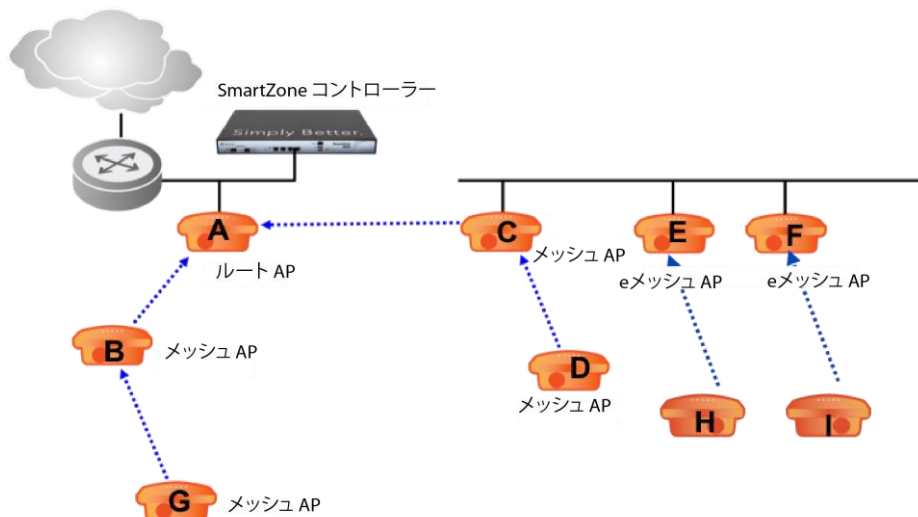


図 3: メッシュ トポロジー

ワイヤレス メッシュは同じ無線上の AP で構成されていなければなりません。たとえば図 2 では、すべてのメッシュリンク A-B、A-C、B-G、C-D は 5GHz または 2.4GHz のどちらかでなければならず、A-B で 5GHz を使用し A-C で 2.4GHz を使用することはできません。しかし、eMAP E と F が形成するメッシュリンクは A-B、A-C、B-G、C-D と異なっても構いません。E のメッシュリンクでは 2.4GHz または 5GHz も使用でき、それとは無関係に F のメッシュリンクではどちらの無線も使用できます。

2018年9月

対応技術

ラッカスワイヤレスは以下のメッシュトポロジーに対応します。

- 標準の SmartMesh
- e メッシュ / ハイブリッドメッシュ
- メッシュブリッジング

標準の SmartMesh

最もシンプルな構成は自動構成と自己修復をフルに活用する標準モデルです。自動 SmartMesh によりメッシュが自動的に形成され、できるだけ多数の AP でロードバランシングを行う最適なアップリンク トポロジーが構築されます。標準構成では、メッシュでの各 AP の役割は自動的に割り当てられます。²

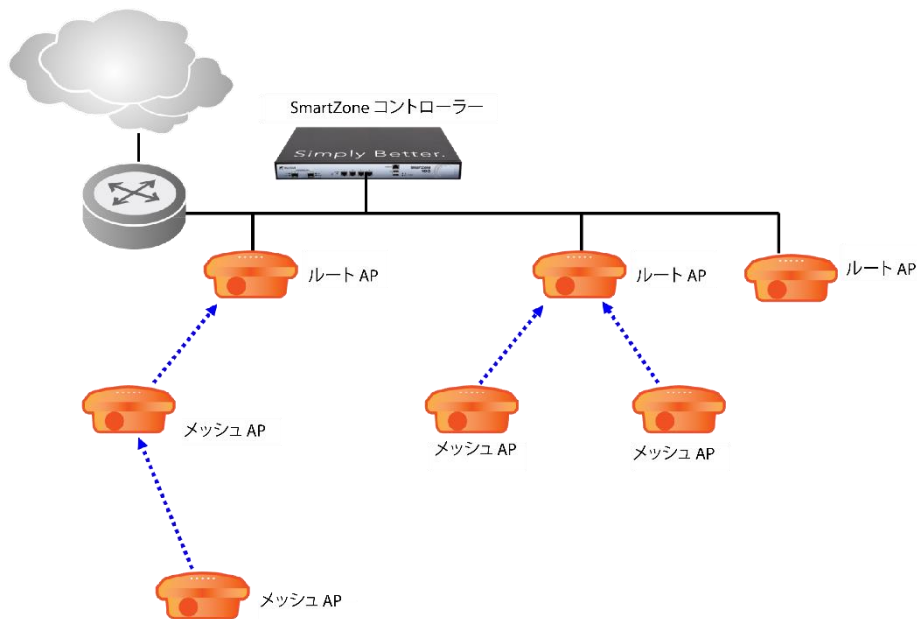


図 4: 標準の SMARTMESH

メッシュの役割が自動的に割り当てられるため、過剰に長いメッシュ ホップが起こらないようプランニングを慎重に行う必要があります。メッシュの安定性も重要です。メッシュ (AP またはイーサネットリンクの方向) を頻繁に変更するとトポロジーの再編成が強制されます。トポロジー計算中はワイヤレス ネットワークが停止して不安定な状態となるため、全体的なパフォーマンスと信頼性が低下します。

標準のトポロジーではすべての AP がメッシュで同じチャネルを使用することが要求されます。これにより、メッシュに障害が発生した場合でも AP は互いを見つけることができます。このため、いつでも安定性とパフォーマンスが最も高いチャネルを使用する必要があります。これは手動で構成することも、SmartMesh で自動的に構成することもできます。手動で構成した場合、パフォーマンスが極端に低下した場合でもメッシュのチャネルは変更されません。

標準の Smart Mesh トポロジーはコントローラー (図 4 では SmartZone 100) および多数のルート AP とメッシュ AP で構成されます。このトポロジーでは、コントローラーおよびアップストリーム ルーターは有線 LAN の同じセグメントに接続されています。ワイヤレス ネットワークの信号到達範囲は、複数のメッシュ ツリーを形成してそれを接続することで拡張できます。このトポロジーでは、有線 LAN に接続されているすべての AP はルート AP と見なされ、有線 LAN に接続されていないすべての AP はメッシュ AP と見なされます。

つまり、メッシュ AP にはイーサネットインターフェイスがありません。すべてのネットワーク デバイスは有線セグメントに接続されているか、いずれかのメッシュ ノードを通じて接続されています。

2018年9月

標準メッシュの利点:

- 自己形成と自己最適化を行う SmartMesh 機能の利点を活用するため簡単に設計できます。
- ラッカスのメッシュ アルゴリズムにより、アップリンク ノードに障害が発生した場合、信号強度が変わった場合、またはスループットの改善が見込まれるノードが利用可能になった場合にルート AP までの経路が動的に変更されます。

メッシュの弱点:

- ホップ数はレイテンシーに影響を与えます。すべてのメッシュが推奨される距離内にあると仮定した場合、レイテンシーは 1 ホップにつき約 10 ~ 15ms 増加します。大部分のデータ アプリケーションではレイテンシーがわずかに増えても影響はありませんが、VoIP などのアプリケーションは敏感です。音声接続では、クライアントからコアまでの最大レイテンシー時間を 150ms に抑える必要があります。これは、メッシュ内のホップ数を制限する要因になります。

e メッシュ / ハイブリッドメッシュ

もうひとつのタイプのネットワーク トポロジーは、ハイブリッド メッシュ (e メッシュ) の概念を使用して構成できます。イーサネットに接続されたメッシュ AP (e メッシュ AP または eMAP) を使用して、ワイヤレス メッシュの機能を有線 LAN セグメントに拡張できます。eMAP では、ワイヤレスではなく有線のイーサネット リンクをアップリンクに使用します。eMAP はイーサネット ポートを通じてコントローラーを発見するにもかかわらずルート AP とは見なされません。単一のメッシュ AP に複数の eMAP を接続することができます。たとえば、建物の中にある有線 LAN のセグメントを屋外にあるワイヤレス メッシュにブリッジできます。

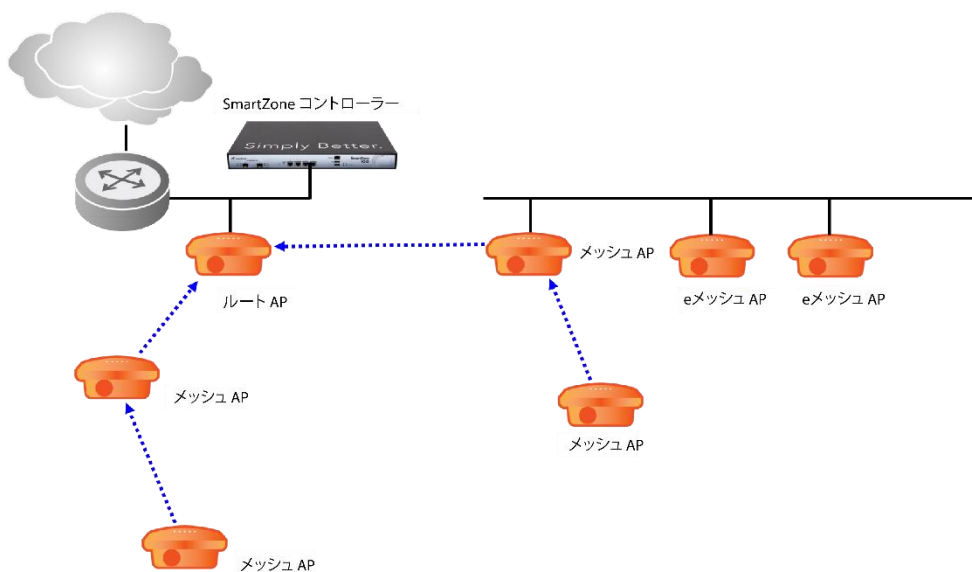


図 5: e メッシュ トポロジー

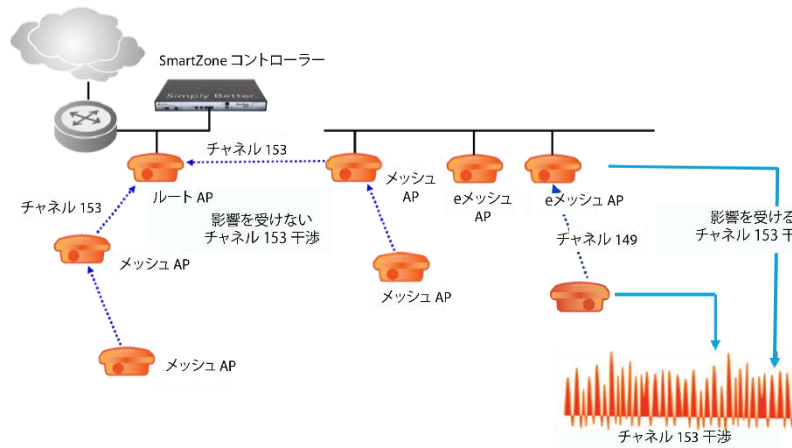


図 6: ハイブリッドメッシュのチャンネル変更

eMAP メッシュの利点:

- メッシュネットワークの設計において、eMAPをメッシュAPに接続することでワイヤレスホップを増やすことなくSmart Meshネットワークを拡張できます。また異なるチャンネルに設定してスペクトラムを再利用することもできます。
- 非常に大きなネットワークでは、選択したメッシュチャンネルがどこかでRF干渉に遭遇する可能性が高くなります。ハイブリッドメッシュトポロジーでは、eMAPより先のメッシュで異なるチャンネルを使用できます。これにより、特に干渉が予想される場所でメッシュの耐性と俊敏性が高まります。注意: 最大ホップ数7は引き続き該当します。

メッシュブリッジング

ワイヤレスメッシュはポイントツーポイントまたはポイントツーマルチポイントのワイヤレスブリッジとも似ています。両方ともバックボーンデータをワイヤレスで送信します。メッシュネットワークがブリッジと異なる点は、一般的に固定された設置を前提に設計されないことです。メッシュトポロジーは必要に応じて動的に変化するのです。また、メッシュネットワークでは最初のホップ後にレイテンシーとスループットの低下が起こります。これはブリッジと異なる点です。ブリッジはロスレスと考えられており、ブリッジリンクでスループットが低下することはありません。

メッシュとブリッジのどちらを使用するか

両構成とも結果は同様であるため、決定要因は全体的な目標と将来的なニーズに沿ったものでなければなりません。以下のルールに従うことを推奨します。

以下の場合にはワイヤレスメッシュではなくブリッジを使用する。

- 2カ所だけを接続する
- リンク距離が300m～400mを超える
- 低レイテンシーが要求される(例: 音声)
- クライアントアクセスに対応する必要がない

以下の場合にはワイヤレスメッシュの使用を考慮する。

- 複数の場所を接続する必要がある(ポイントツーポイントまたはポイントツーマルチポイント)
- リンク距離が短い
- クライアントアクセスが必要
- LoSの確保が困難

P300には、ブリッジメッシュが再利用されてポイントツーポイントのデプロイで役割選択、ループ回避、アップリンク選択、フェイルオーバー保護を柔軟に行えるという大きな利点があります。

2018年9月

設計で考慮すべき事柄の概要

ワイヤレスメッシュ設計で考慮すべき事柄

どのメッシュネットワークの設計でも、最初にサイトサーベイを行う必要があります。RF環境の品質、潜在的な干渉原因(802.11と802.11以外の両方)、AP設置サイトの候補、各リンク間の予想距離、フレネルゾーンの潜在的障害エリアは、サイトサーベイによってしか特定できません。適切なサイトサーベイ(およびその後のデプロイ検証)を行わなければ、ネットワークの設計はGI/GO(無意味なデータ入力/無意味な結果)となります。

どのようなメッシュ設計のアプローチをとる場合でも、まずは各APをできるだけ有線接続するようにします。基本的なルールは、「有線接続が可能な場所では有線接続を行い、メッシュが必須な場所ではメッシュを使用する」というものです。APがメッシュAP(MAP)として動作するように設計するのは、有線接続がどうしても不可能である場合だけにします。1ホップMAPの数はファン数と呼ばれます。ダウンストリームMAPからRAPへのメッシュリンクの数はホップ数と呼ばれます。両方を合わせてメッシュツリーが形成されます。

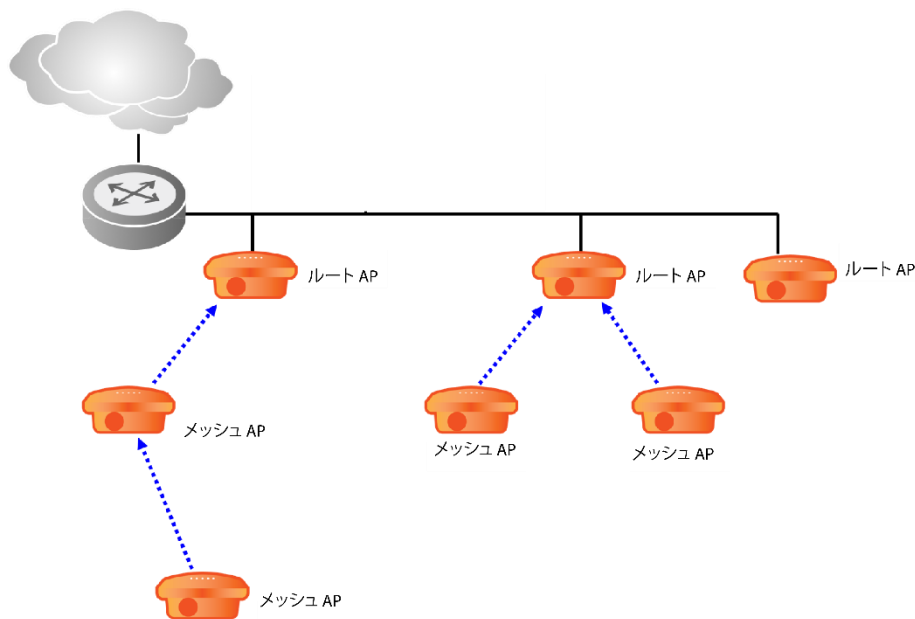


図 7: 一般的なメッシュツリーの例

メッシュネットワークの品質は、メッシュツリーの幅と深さ、各メッシュリンクの信号品質、および通過するトラフィックの量で決まります。信号品質は、MAP間(またはMAPとRAPとの間)の距離、APアンテナのタイプ(全方向、狭、セクター、外部アンテナ)、RFその他の干渉原因に影響を受けます。SNRはメッシュワイヤレスリンク品質の鍵を握る要因です。ただし、トラフィック使用パターンによって各APでのエアタイム活用状況が変わり、ジッターやレイテンシーに著しく影響を与えることがあります。

メッシュパフォーマンス

どのトポロジーを選択する場合でも、最適なパフォーマンスを得るための一般的なルールは構成の違いにかかわらず適用できます。場所、取り付け方法、およびハードウェアの選択においては、これらのガイドラインに忠実に従ってください。どのメッシュネットワークでも同じですが、パフォーマンスはホップ数である程度決まります。全体的なメッシュネットワークパフォーマンスは以下の要因に影響を受けます。

適切な機器の選択

ラッカスのソリューションポートフォリオには、特定のアプリケーション向けのさまざまな製品を取り揃えています。適切な製品を選択することは、適切な設計、拡張性、およびパフォーマンスの鍵となります。選択は、設計の要件、パフォーマンス、および予算に応じて変わります。

2018年9月

無線の選択

メッシュの設計にあたり最も重要な選択のひとつは AP ハードウェアです。前述のとおり、すべてのメッシュノードはそのメッシュで同じ無線タイプを共有しなければなりません。

バックグラウンドの RF 干渉が多い場合は、メッシュへの干渉が少なくなる無線を選択するとよい場合があります。これは一般的に、選択可能なチャンネル数の多い 5 GHz です。もうひとつの選択肢は指向性アンテナを使用することで、集中性が強いために干渉の影響を受けにくくなります。干渉を回避するにはこれだけで十分かもしれません。

2.4 GHz の使用を推奨	5 GHz の使用を推奨
2.4 GHz スペクトラムにノイズがまったくないか、ほとんどない	2.4 GHz スペクトラムにノイズが非常に多い
壁や樹木を貫通する必要がある	見通し線 (LoS) がほぼ確保できる
長距離での展開が必要	短距離で展開可能

表 3: 無線選択の条件

より長い距離が必要な場合は 2.4 GHz 無線の方が信号到達範囲を伸ばすことができます。木などの障害物がある場合も 2.4 GHz 無線が適切な選択肢です。この無線は 5 GHz 無線よりも障害物をよく貫通します。

ワイヤレスメッシュとのブリッジ

一部のメッシュトポロジーでは、メッシュノードに加えてワイヤレスブリッジの使用が必要な場合があります。ブリッジは、メッシュ内での距離の延長、メッシュ帯域幅の温存や追加、ルート AP 数の増加に理想的で、有線接続ではなくブリッジバックホールを使用し、イーサネットへの直接接続と同じように動作します。

メッシュリンクの距離

メッシュノード間の距離は全体的なパフォーマンスにおいて非常に重要な要素です。距離が長くなるにつれ、信号品質ひいてはスループットが低下します。2つのメッシュ AP 間の最大距離を判断するために、サイトサーベイは常に推奨されます。この数値では、現場での干渉、信号品質、障害物など、正確なモデリングが困難な要因を考慮します。

他の要因がこれらの数値に影響を与えることもあります。このメッシュでクライアントアクセスを提供する場合は最弱クライアント(ラップトップ、スマートフォンなど)に基づいてプランニングを行ってください。2つのメッシュノード間の距離は、クライアントデバイスが AP から切断されないぎりぎりの距離の2倍を超えないようにしてください。

クライアントの接続を予定していない場合はブリッジの方がおそらくより適切であり、推奨されるオプションです。

メッシュのホップ数

メッシュネットワーク独特の機能は、他のメッシュノードを通じて AP をバックホールできることです。これによりデプロイの柔軟性が高まります。メッシュの最大ホップ数のプランニング中に、この柔軟性について考慮すべき事柄があります。

ツリー深度

ラッカスでは、メッシュのみのデュアル無線環境 (eMAP なし) で高キャパシティまたは高スループットのアプリケーションを使用する場合はメッシュのホップ数を 1 または 2 に抑えることを推奨しています。単に信号到達範囲を広げる場合や低帯域幅アプリケーションでは、メッシュノード間に良好なリンクがあればツリー深度を最大 3 ホップにしても構いません。

ラッカスが対応する最大ツリー深度は 7 で、これにはシングルシリーズ内にルート AP 1 台とメッシュ AP 6 台が含まれます。実際にはデプロイがこの数に近くなることはめったにありません。

スループットとレイテンシー

ルート AP 対メッシュ AP の比率の計算

一般的に、メッシュノード/クライアントステーションで利用可能なスループットは $1 / \langle \text{ノードへのホップ数} \rangle$

x ルート無線スループットで推定できます。例:

- ルート AP に接続されている最初のホップメッシュノードまたはクライアントではノード/クライアントまでホップ数は 1 です。ルート無線スループットの $1/1 = 100\%$ となります。

2018年9月

- ルート AP から 2 ホップ離れた 2 番目のホップ メッシュ ノードまたはクライアントではノード/クライアントまでのホップ数は 2 です。ルート無線スループットの $1/2 = 50\%$ となります。

同じ無線 (eMAP またはクライアントなし) を通る各ホップについて、スループットは約 $1/N$ です (N はホップ数)²。次の例では各リンクの接続速度が同じであることを前提としています。リンクのスループットが同じでない場合は全体的なスループットが低くなります。

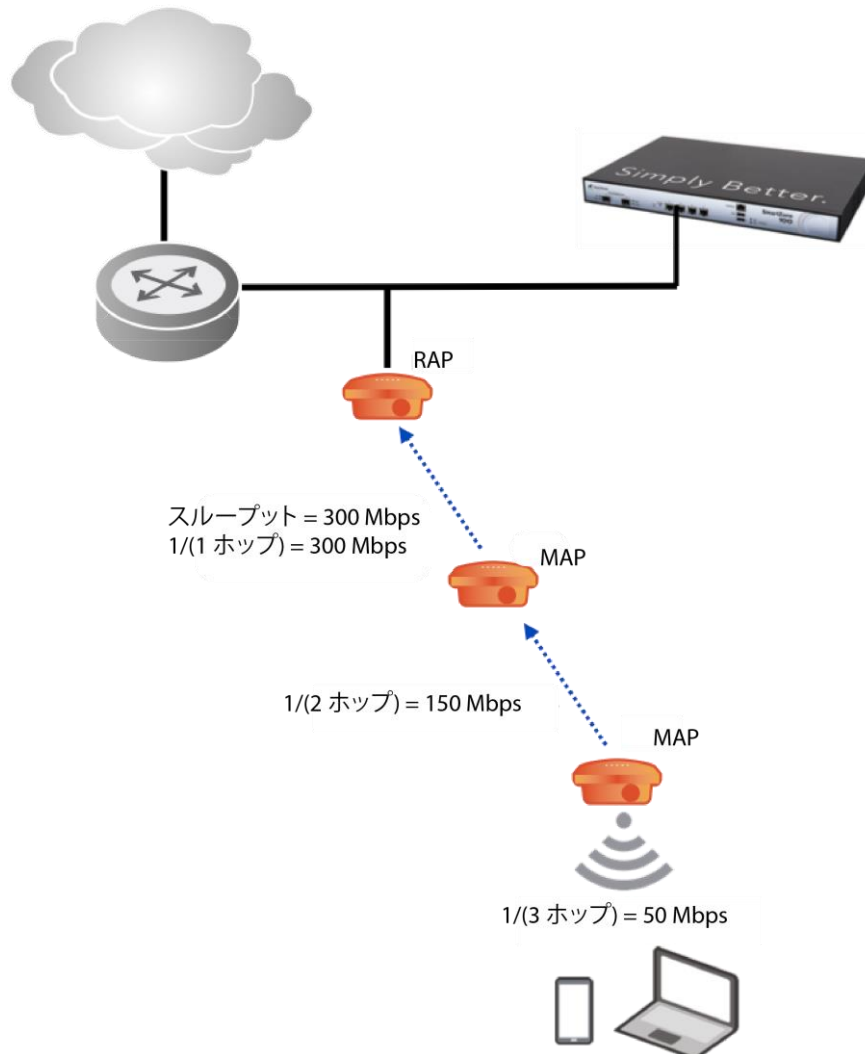


図 8: 複数ホップの潜在的スループットの例

ホップはスループットに影響するだけでなく、レイテンシーにも悪影響を与えます。すべてのメッシュが推奨距離内にあると仮定した場合、レイテンシーは 1 ホップにつき約 10 ~ 15ms 増加すると予想されます。これが重大な懸念事項になる場合とならない場合がありますが、それはおおむねアプリケーションによります。たとえば大部分のデータアプリケーション (Web、電子メール) はレイテンシーがわずかに増えてもほとんど影響がありません。一方 VoIP などのアプリケーションは非常に敏感です。音声接続では (クライアントからコアまでの) レイテンシー時間を最大 150ms に抑える必要があります。このため音声アプリケーションでは、大きな帯域幅が要求されない場合でもレイテンシーの要件によってメッシュ内の最大ホップ数が制限されます。

² これはすべての Wi-Fi メッシュ ネットワークの制約です。

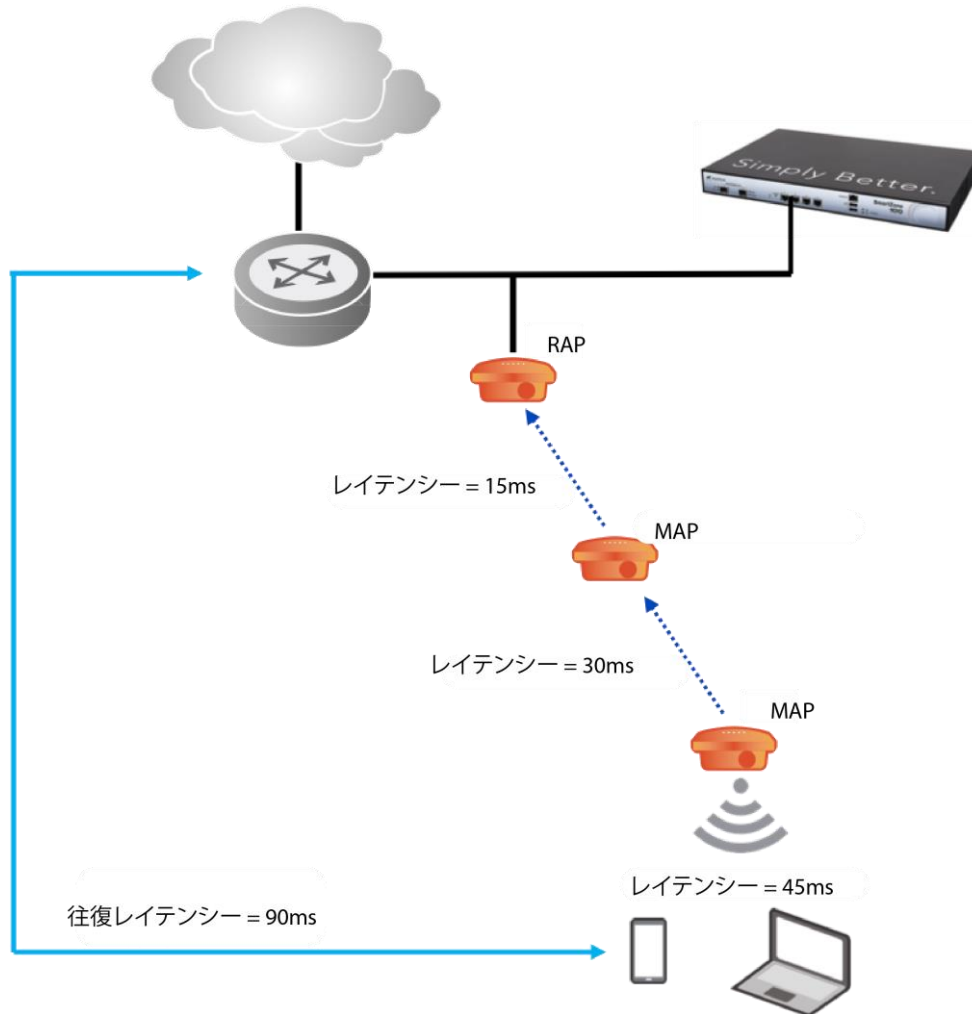


図 9: メッシュ ネットワーク 通過 による レイテンシー

上の図はワイヤレス ネットワークのみで測定されたレイテンシーを示しています。バックエンドネットワーク (有線、スイッチ、ルーターなど) を加えればレイテンシーがさらに増加します。レイテンシーに敏感な音声などのアプリケーションではこのことを考慮してください。

パケット損失は 802.11 同一チャネル (CCI) および隣接チャネル (ACI) デバイスなどのソースからの RF 干渉、および 802.11 以外の干渉に関連します。ホップ数が増加すると、ツリーの頂点にある RAP はツリーの下流にある MAP に RF 干渉が影響するチャネルを避けられなくなる可能性があります。このような MAP でのローカルな干渉により、スループットが不均一になることがあります。スループットが低く RSSI が高くなる原因が外部ソースからの干渉であることもあります。

(特にスモールセルデプロイでは) スループット決定の鍵となるもうひとつの要因は、メッシュまたはブリッジリンク全体にわたるジャンボフレーム対応です。ジャンボフレーム対応は、断片化が原因のオーバーヘッドを防ぐために必要です。すべての AP モデルが最大 2290 バイトのジャンボフレームに対応するようになりました。この値はすべてのメッシュリンクのデフォルトとして設定されています。

注意: Unleashed でメッシュをデプロイする場合、ホップごとのスループットへの影響は同じです。トラフィック量などによっては、レイテンシーとパフォーマンスが問題になることがあります。マスター選択ルールに従って、自動選択モードではメッシュノード数がより少ないノードが優先的にマスターとして選択されます。これはつまり、マスターは MAP の役割を担うことができず、RAP の役割しか担えないということです。ユーザーが自分でマスターを選択する場合は、それに接続する MAP ノードが少なくなるようにしてください。マスターでは処理の大部分が実行されネットワーク内での負荷が大きいため、Unleashed におけるこのメッシュ AP 選択動作は理にかなっていません。

2018年9月

APの取り付けと設置

APを適切な方向または位置に設置しないと、信号が失われたり、カバレッジエリアが狭くなったりする可能性があります。パフォーマンスをできるだけ無駄にしないために、APの取り付け方法と方向の検討に時間をかけることは有意義です。

最適なAP取り付け方向はドームを下にするか、目的のカバレッジエリアに向くようにすることです。たとえば、カバレッジエリアが比較的水平的な場合は、ドームが下になるような方向が推奨されます。カバレッジがどちらかという縦方向の場合は、APのドームが外側に向くように取り付けの方がより広い信号到達範囲を確保できます。APを建物に取り付ける場合は、やや内側に傾けるとよいかもしれません。ラッカスの大部分のAPには方向にかかわらず自己最適化を行うアンテナアレイが内蔵されるようになりました。場合によっては、クライアントカバレッジがメッシュバックホールの最適な方向と一致しないことがあります。このような場合は外部アンテナをお勧めします。

フレネルゾーン

正しいフレネルゾーンを算出して設計することは極めて重要です。電柱に取り付けられた電灯カバーなどの非常に小さな障害物でさえも、フレネルゾーンに作用してパフォーマンスに悪影響を与える可能性があります。このような問題を回避するために、必ず一定のクリアランス(余裕)をプランに含めてください。建物の側面に取り付ける場合は水平方向に約1mのクリアランスを確保します。屋根の上に取り付ける場合にも垂直方向に約1m、または最初のフレネルゾーンの障害物を回避するために必要なクリアランスを確保します。

信号が到達しにくいエリアのカバレッジ

現場の物理的な制限により、RF信号が到達できる距離が制限されてしまうことがあります。多くの屋外デプロイでは、カバレッジエリアの見通し線がない(NLoS)か、見通し線が一部ある状態です。たとえば、建物によって信号がほとんど到達しない「RFシャドウ」ができることがあります。こうした問題は、十分な数のAPをデプロイしてRFシャドウを最低限に抑えることによって対応できます。

外部アンテナ

アンテナの選択がメッシュネットワークにおいて重要な役割を果たすことがあります。高利得アンテナは別のメッシュノードへのRF信号を大幅に増幅するため、パフォーマンスが向上し、接続の安定性が高まります。全方向アンテナでフレネルゾーンが遮られる場所では、ビーム幅を狭めるとよいかもしれません。

ただし、指向性アンテナの弱点は信号到達範囲が失われることです。120°セクターアンテナは、信号到達範囲のそのゾーンにちょうど取り付けられているAPとしか通信できません。ビーム幅が30°のAPの信号到達範囲はさらに狭まります。この場合、主要なアップリンクが失われた場合に、メッシュノードで使用できるアップリンクの数が減る可能性があります。

以下の条件を満たす外部アンテナはほぼすべてラッカス製品と連携させて使うことができます。

- デュアル編波
- Nタイプコネクタ
- 法規制による基準に準拠

ラッカスの製品カタログにも多数のアンテナが掲載されています。

サイトの場所

屋外に設置する場合はいつでも、APとブリッジに適切な場所を選択する必要があります。場所は地理的エリアに大きく依存します。都会の環境では、郊外のプロジェクトと比較して場所のオプションと制限が大きく異なります。一般的に、屋外APは地上5m以上の場所に取り付けます。候補となる場所には以下のものがが必要です。

- 毎日24時間オンになっている電源(PoEまたは12V)
- 設置点(柱、垂直/水平の平面)
- アップストリームAPへの見通し線(LoS)または一部LoS
- カバレッジエリア(クライアント)へのLoSまたは一部LoS
- (設置時または将来の)アクセスのしやすさ

道路のカバレッジ

主に道路に沿ったクライアントに信号を到達させる場合、最もシンプルな取り付け場所は一般的に屋根の上や街灯です。

2018年9月

電源と接続をどこから確保できるかによって選択肢が決まります。このようなパターンでは、APを道路に沿って交互に設置します。メッシュノードとルートノードを交互に配置することで、どの場所にも十分な数のAP、冗長性、キャパシティを確保できます。

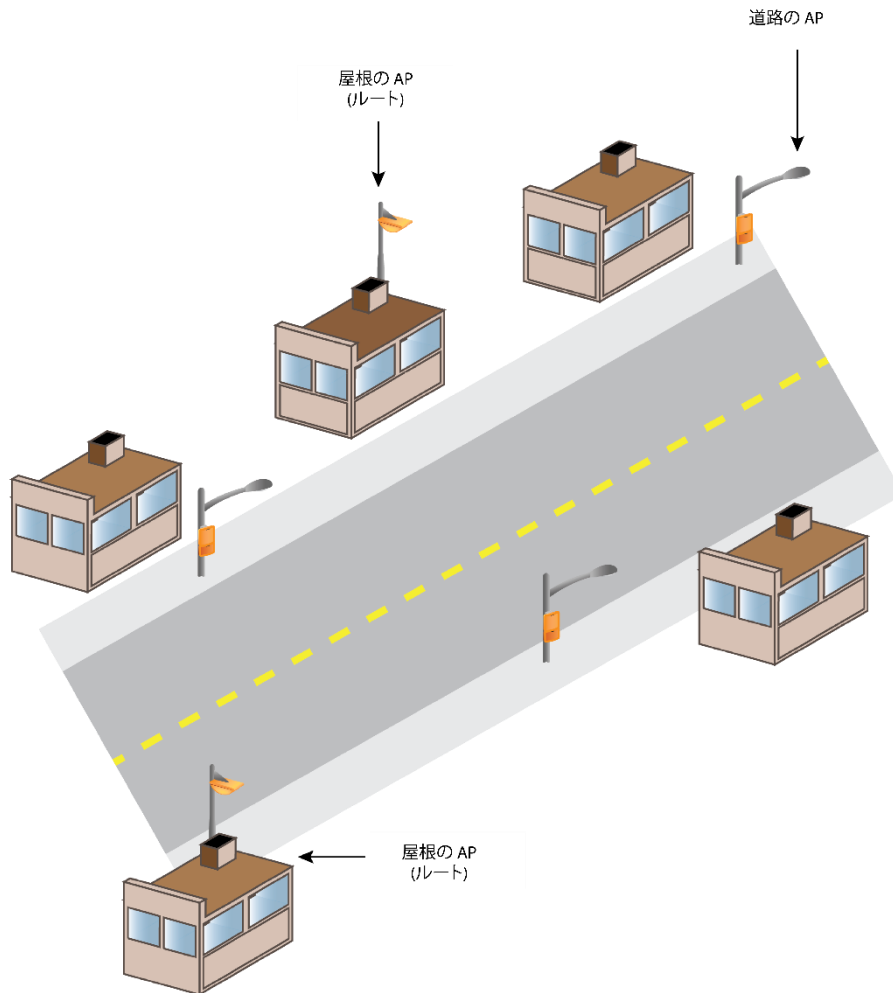


図 10: 道路での交互のカバレッジ

ひし形のモデルにより、道路の片側から反対側まで信号を到達させることができます。何らかの理由で道路の片側にあるAPの信号が反対側に到達しない場合は、別の場所やAPの追加を考慮する必要があります。

道路幅が長いカバレッジエリアが分断されてしまう場合、ブリッジリンクは、別のメッシュホップを使用したり、短いメッシュ距離という制限を受けたりせずにこの距離に信号を到達させる適切な方法です。このパターンにぴったり一致する場所のサイトを確保できない場合もあります。その場合は代替の候補を探してください。

- 近くに同等の高さ/LoS/その他を確保できる別の場所を探してみます。
- 別のアンテナオプション、または取り付けの高さや方向。

同じ特性(他のノードからの距離、高さ、LoS)があることがわかっている場合以外は、理想的な場所から離れたサイトを使用しないでください。代替の場所がすべての条件を満たしていることを確信できない場合は、別の場所を見つけます。適切な代替ソリューションがない場合は、設計を変更し、そのエリアを通る別の経路を使用します。

見通し線 (LoS)

すでに説明しましたが、最初のフレネルゾーンの少なくとも60%に障害物のないクリアな見通し線(LoS)を確保することの重要性はいくら強調しても、し足りません。記憶や目視による観測に頼るべきではありません。2つの場所間の正確な距離、取り付け位置の正確な高さ、およびその間にあるあらゆる障害物の高さを確実に把握してください。

2018年9月

良好な LoS を確保できない場合は、もう少し上に取り付けるか、別の場所を試すことを検討します。取り付け位置を上げられない場合は、距離を伸ばすことでリンクが切れないように注意します (特にクライアントへのリンク)。AP の取り付け位置を上げるのは適切なソリューションのように思えますが、設置位置が高すぎてスマートフォンなどの弱いクライアントが接続できなければ適切なソリューションとはいえません。そのような設計エラーは短期的に問題を解決できたとしても、長期的にはより多くの問題を引き起こします。

位置を上げられないときに下げることが適切な場合もあります。たとえば、林冠を超えるには地上 25~30 メートルの位置まで上がらなければならないような場合は、林冠の下まで下げる必要があります。

電源

すべての AP とブリッジには電力が必要です。本体は CAT5 ケーブルから Power over Ethernet (PoE) 経由で、または電池などの 12V 直流電源から給電できます。サイトの場所を選択する際には、本体の稼働に十分な電力を確保できることを確認する必要があります。具体的には、あらゆる条件下で本体を常時稼働させるために十分な電力が必要です。一部の場所では電力があってもそれを常時利用できないことがあります。たとえば、公園では夜間は電力が切断されます。12V の場合も同様です。太陽充電電池で連続的に給電するには十分なストレージと日照時間が必要です。

デプロイする特定モデルのドキュメンテーションを必ず読み、十分な電力を確保してください。本体内部にヒーターが搭載されているなど電力消費が大きく変動する可能性がある AP を使用する場合は、可能性のある最大電力要件を満たしていることを確認します。

メッシュ環境のクライアント

キャパシティ

メッシュ環境で対応できるクライアントの数は、AP無線(シングル対デュアル)とメッシュホップの数によって決まります。いずれのメッシュノードのクライアントロードも、ダウンストリームAPに接続されている全クライアントの合計と同等になります。このため、クライアントやホップの数が増えると、アップストリームメッシュノード上の同等のクライアントロードも増加します。クライアントの数とともに、クライアントトラフィックも累積されます。これは記憶しておくべき重要な点です。多くのメッシュスループット計算ツールではクライアントが含まれないからです。

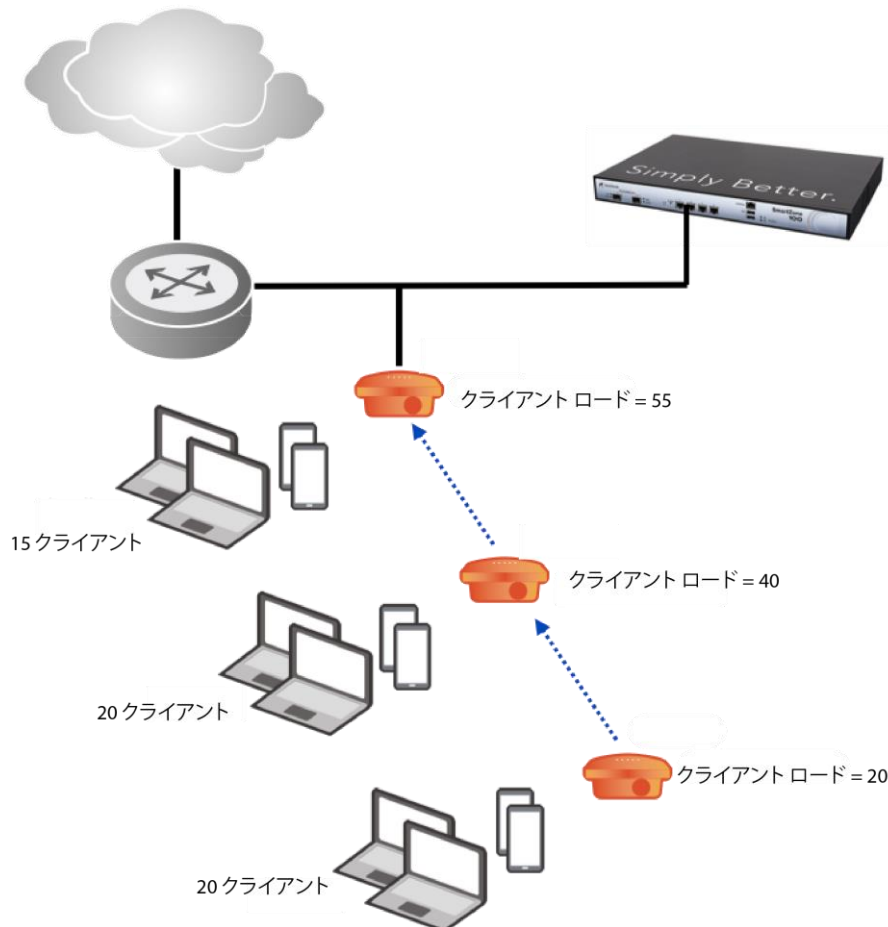


図 11: メッシュ内のクライアントロード

シングル無線とデュアル無線のキャパシティへの影響

一般的な検討事項は、あるAPモデルと他のモデルとの比較と選択です。これは通常、シングル無線とデュアル無線のどちらを選ぶかに帰結します。答えはシンプルで、クライアントによってすべてが決まります。クライアントとそのアプリケーションによって、最小限必要な帯域幅からレイテンシー要件に至るまですべてが決まります。両者とも、メッシュツリーの深度、無線の選択、そして最小設置距離とSNRを制約します。

データ

ウェブや電子メールなどのデータアプリケーションは、帯域幅やレイテンシーの制約をあまり受けません。この場合、アプリケーションのニーズを満たすにはシングル無線APが適しているかもしれません。可能な最大のパフォーマンスを確保するには、同時接続クライアント20~30台ごとに1つのメッシュノードを配置する必要があります。³

³この数には接続されているがアクティブでないクライアントは含めません。

2018年9月

ビデオ

ストリーミングビデオアプリケーションの帯域幅要件には大きな幅があります。ビデオの鍵となる要因は、必要な最低スループットに基づいてプランニングすることです。20 Mbps 高解像度ビデオストリームは常に最低 20 Mbps を必要とします。利用可能な帯域幅が 40 Mbps の場合は問題なく、ビデオの品質に影響はありません。しかし、利用可能な帯域幅が 20 Mbps 未満に下がるようなことがあれば、ビデオの品質が低下します。

注意: メッシュを経由するビデオの詳細については、[付録 D](#) を参照してください。

ラッカス ワイヤレスの zap⁴ ツールには、ビデオトラフィックとの接続をテストし、利用可能な最低スループットを時間のパーセンテージとして測定する機能があります。ビデオでは最低スループットが利用可能な時間を 99% 確保する必要があります。

音声

すべてのアプリケーションの中で最も敏感なアプリケーションです。推奨値は VoIP ベンダーによって異なりますが、一般的には最大レイテンシー 150ms が推奨されます。レイテンシーが上がるとパケットがドロップし、通話の途切れや切断が発生することがあります。音声通話の帯域幅は使用されているコーデックによって変わりますが、キャンパス環境で G.711 コーデックを使用する場合は 64 Kbps の範囲になります。⁵ 注意: 音声のベストプラクティスと設計の詳細については [付録 D](#) を参照してください。

クライアントカバレッジ

一部のメッシュネットワークは厳密にバックボーン送信用であり、クライアントアクセスはまったくないか、ほとんどありません。しかし、大部分のメッシュネットワークは一般的にワイヤレスクライアントデバイスに対応するよう設計されています。メッシュノード間で完全に信号が到達する必要がある場合、クライアントは AP 間の距離を制限する大きな要因になります。理由は簡単で、クライアントデバイスの通信性能が AP よりもかなり低いからです。このため、各メッシュノードと他の AP との距離がクライアントの通信可能距離の 2 倍を超えないように近づけて配置する必要があります。念のため、この距離は 2 倍よりやや短くしてある程度オーバーラップさせることを推奨します。

この距離はクライアントの種類によって異なります。一般的に、ラップトップはスマートフォンなどのデバイスよりも通信性能が高く、広い通信範囲を実現できます。同様のパフォーマンスが期待される複数のデバイス間 (802.11ac スマートフォンの連続したモデルなど) でも、通信性能と範囲には大きな違いがあります。ワイヤレスクライアント対応のプランニングを行う場合には、常に通信性能が最も低いデバイスに合わせるようにしてください⁶。

クライアント分離

一部のネットワーク、特に公共アクセスの場合は、エンドユーザーが互いに、または他のローカルリソースと直接通信できないようにする必要があります。これをクライアント分離といいます。

クライアントトラフィックを分離する方法はいくつかあります。詳細については、次のセクションの「グローバルクライアント分離」を参照してください。

⁴ Zap は [オープンソースプロジェクト](#) として入手可能です。事前コンパイルされたバイナリも [ラッカスから](#) 入手できます。

⁵ 優れた VoIP 帯域幅計算ツールが [Packetizer](#) にあります。

⁶ 最終的に重要なのはクライアントとワイヤレス AP との間の全体的な関係です。AP はクライアントよりも通信性能が格段に高いため、性能が下がった場合でも引き続き広い信号到達範囲に対応できます。これは、干渉とノイズを低減させるために通信性能を落とさなければならない場合に必要になることがあります。

構成の最適化

このセクションでは、メッシュ構成を最適化するために利用できるさまざまなオプションのパラメーターについて、およびラッカス機器でそのパラメーターを構成する状況について説明します。

グローバルクライアント分離

これにより、クライアントが自身のアップリンクポート以外のポートに送信できないようにします。また、ワイヤレスクライアントトラフィックが他のワイヤレスクライアントまたはAP間で転送されないようにします。ブロードキャストおよびマルチキャストフレームの場合、トラフィックはアップストリームのみを使用できます。他のワイヤレスクライアントへのユニキャストトラフィックはドロップされます。唯一の例外は、クライアントが接続されているメッシュAPへのアップリンクになっているAPです。この場合、クライアントトラフィックは元のAPからそのAPのアップリンクを経由して次のメッシュAPへと送信され、ルートAPおよび有線ネットワークに到達するまでこれが繰り返されます。

この機能はデフォルトでは無効になっていますが、ピアツーピアのワイヤレス通信が不要場合にはいつでも有効にできます。

ZoneDirector

グローバルクライアント分離に必要なものを以下に示します。

- WLAN設定でクライアント分離 (Client Isolation) を設定。
- 許可されているリソースのホワイトリスト。ローカルネットワーク内でワイヤレスクライアントの接続が許可されている特定のデバイスをホワイトリストで指定します。これらのデバイスのスプーフィングを試みるクライアントはブロックされます。

以下の指示に従ってクライアント分離とホワイトリストを構成します。

1. WebUI にログインし、[Configure (構成)] -> [Access Control (アクセス制御)] の順に移動します。
2. [Client Isolation White List (クライアント分離ホワイトリスト)] セクションで [Create New (新規作成)] をクリックします。
3. [Rules (ルール)] セクションで [Create New (新規作成)] をクリックしてリソースを定義します。
4. デバイスの MAC と IP アドレスを入力します。
5. [Save (保存)] をクリックします。
6. すべてがリストに追加されるまでルール作成を構成します。7.[OK] をクリックしてリストを保存します。

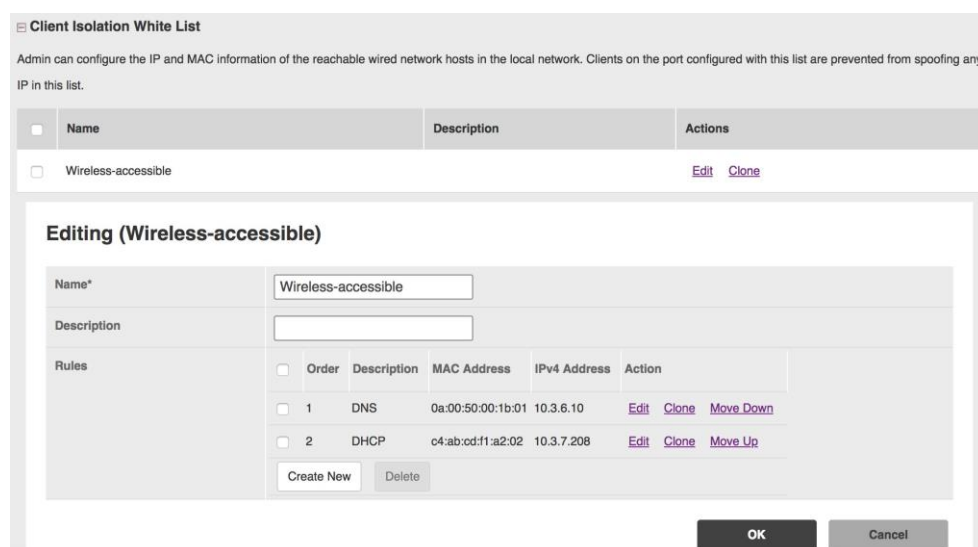


図 12: ZD クライアント分離ホワイトリスト

2018年9月

続く手順ではこのホワイトリストを WLAN に追加します。

8. [Configure (構成)] -> [WLANs] の順にクリックします。
9. リストの WLAN エントリの横にある [Edit (編集)] リンクをクリックします。
10. [Wireless Client Isolation (ワイヤレスクライアント分離)] の下にある [Enable (有効)] ボックスにチェックを入れます。
11. その下にあるドロップダウンボックスからホワイトリストを選択します。
12. [OK] をクリックして変更を保存し、ホワイトリストを WLAN に適用します。

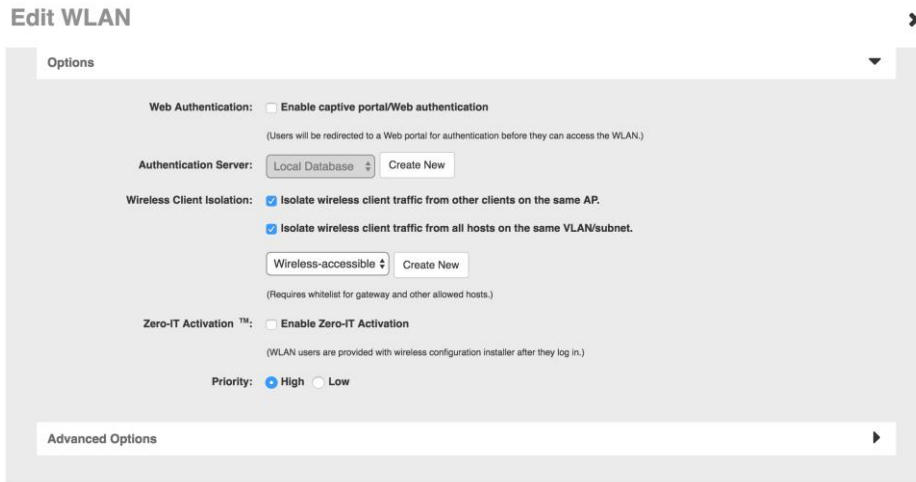


図 13: ZD WLAN ワイヤレスクライアント分離

このオプションでも、同じ AP で異なる SSID のクライアントが互いに通信できないよう分離します。

SmartZoneOS

ZoneDirector 設定と同様に、グローバルクライアント分離でも、WLAN 設定と許可されるリソースのホワイトリストでクライアント分離を構成します。

以下の指示に従ってクライアント分離とホワイトリストを構成します。

1. Web UI にログオンし、[Services & Profiles (サービス & プロファイル)] -> [Access Control (アクセス制御)] の順に移動します。
2. [Client Isolation Whitelist (クライアント分離ホワイトリスト)] タブでこのホワイトリストを作成するゾーンをクリックしてから、[Create (作成)] をクリックします。
3. ホワイトリストの名前を入力し、[Client Entries (クライアントエントリ)] ボックスの [Create (作成)] をクリックします。
4. デバイスの MAC と IP アドレスを入力します。
5. [OK] をクリックしてクライアントエントリを保存します。
6. すべてがリストに追加されるまで、クライアントエントリの作成を繰り返します。
7. [OK] をクリックしてリストを保存します。

2018年9月

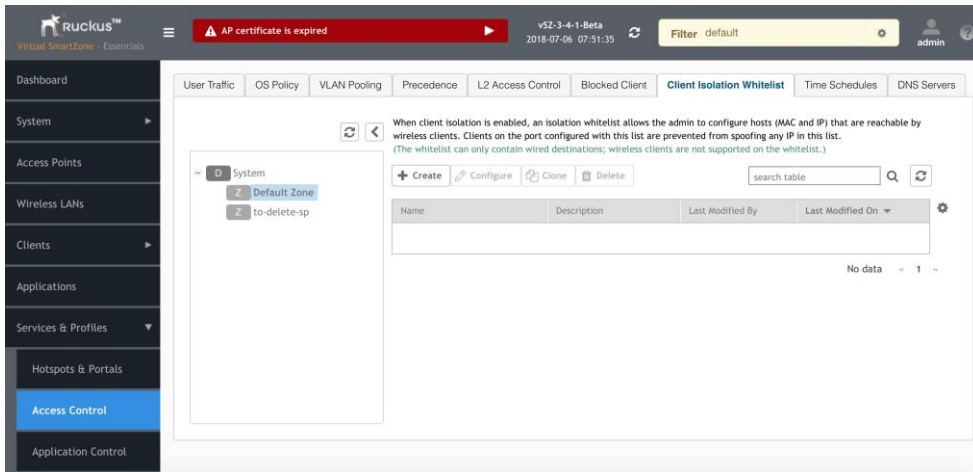


図 14A: SZ クライアント分離ホワイトリスト

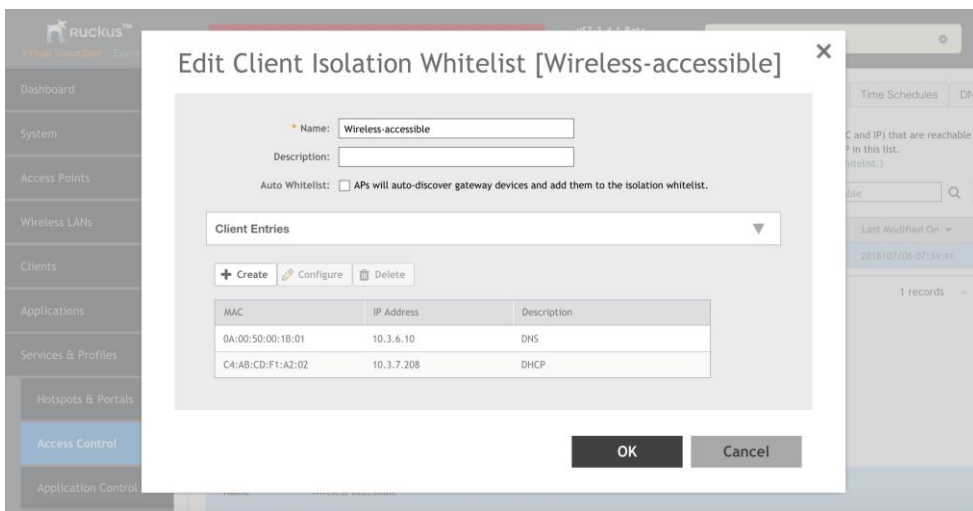


図 14B: SZ クライアント分離ホワイトリスト

続く手順ではこのホワイトリストを WLAN に追加します。

1. [Wireless LANs (ワイヤレス LAN)] をクリックします。
2. ゾーンをクリックし、次にワイヤレスクライアント分離を有効にする特定の WLAN をクリックします。
3. [Configure (構成)] をクリックします。
4. スクロールダウンし、[Wireless Client Isolation (ワイヤレスクライアント分離)] の横にある [Enable (有効)] ボックスにチェックを付けます。
5. その下にあるドロップダウンボックスからホワイトリストを選択します。
6. [OK] をクリックして変更を保存し、ホワイトリストを WLAN に適用します。



図 15: SZ WLAN ワイヤレスクライアント分離

メッシュトポロジーの検出

メッシュノードが停止した場合、停止した場所の周辺を自己修復するためにトポロジーを再構成する必要があります。デプロイするメッシュノードの数と接続可能な他のノードの数によっては、新しい構成で一部のノード間のホップ数が望ましい数よりも多くなる可能性があります。ZoneDirectorは、定義されている最大ホップ数を超えた場合に警告メッセージが発行されるように構成できます。この数を超えてもメッシュがシャットダウンしたり変更されたりすることはありません。イベントが発生したことを管理者に通知することだけが目的です。

構成可能な警告は2種類あります。最大メッシュホップ数検出では、メッシュノードが定義されているホップ数を超えた場合に警告が送信されます。最大ダウンリンク検出では、あるメッシュノードに接続されている(ダウンリンク)メッシュノードの数が定義されている数を超えた場合に警告が送信されます。

ZoneDirector

ZoneDirectorは以下のように構成できます。

13. ウェブUIにログオンし、[Services & Profiles (サービス & プロファイル)]->[Mesh (メッシュ)]の順に移動します。
14. [Mesh Topology Detection (メッシュトポロジー検出)]セクションに移動します。
15. メッシュホップ数検出のチェックボックスにチェックを付け、ノードがこのホップ数を超えたときに警告が発行されるようにZoneDirectorを構成します。
16. メッシュダウンリンク検出のチェックボックスにチェックを付け、ノードがこのダウンリンク数を超えたときに警告が発行されるようにZoneDirectorを構成します。
17. [Apply (適用)]をクリックして変更を保存します。

2018年9月

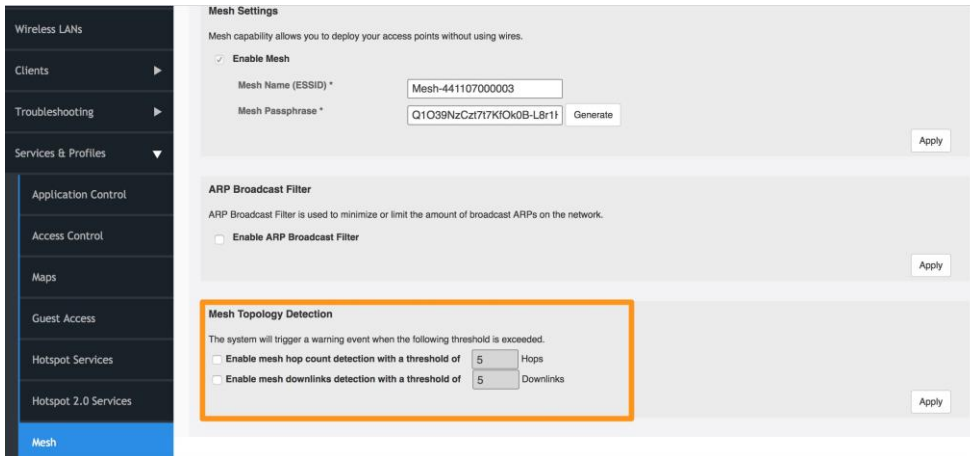


図 16: ZD メッシュ トポロジーの検出

SmartZoneOS

SmartZone アーキテクチャでは ZoneDirector よりも多くのメッシュ機能を分散させています。SmartZone メッシュがメッシュ トポロジー検出に対応していないのはこのためです。

ジャンボ フレーム対応

(特にスモールセルデプロイでは) 重要な点は、メッシュまたはブリッジリンク全体にわたるジャンボフレーム対応です。ジャンボフレーム対応は断片化を防ぐために必要です。WLAN とメッシュリンクでは通常 2290 バイトがデフォルトです。大部分のイーサネットインターフェイスのデフォルトは 1500 バイトです。異なるモデルでは対応する最大 MTU サイズも異なります。

同じ AP の 2 つのイーサネットインターフェイスの間にジャンボフレームが必要な場合、その AP は以下のように CLI コマンドで構成できます。

```
set mtu ethX
```

X はイーサネットポート番号です (例: eth0)。

以下の表は、AP モデルとソフトウェアバージョンごとの対応フレームのマトリクスです。

メディアタイプ	R700	H500/R300	R500/R600/T300/T301/P300	R730/R720/R710/R610/T610/T710/ T811CM/7781-CM C110/H510/R510/T310/E510/M510
イーサネット	デフォルト 1500 バイト 最大 9578 バイト	デフォルト 1500 バイト 最大 1500 バイト	デフォルト 1500 バイト 最大 2290 バイト	デフォルト 1500 バイト 最大 9018 バイト
WLAN	2290 バイト	2290 バイト	2290 バイト	2290 バイト
WLAN メッシュ	2290 バイト	2290 バイト	2290 バイト	2290 バイト

表 4: ラッカス AP のジャンボフレーム対応

注意: 記載されている MTU サイズには 18 バイトのヘッダーと巡回冗長検査(CRC) は含まれていません。

2018 年 9 月

まとめ

ワイヤレス メッシュ ネットワークは、現場でのネットワーク アクセスが限定されているエリアにワイヤレス サービスを提供するための優れた方法です。クライアント トラフィックをワイヤレス バックホール リンクで送信することにより有線ネットワーク 接続の要件を取り除けるため、ほぼどこにでも AP をデプロイできます。

どのようなワイヤレス メッシュ ネットワーク デプロイでも、設計プロセスのできるだけ早期にできるだけ完全に以下の問題を検討する必要があります。

- メッシュ トポロジー タイプ (標準、e メッシュ、ブリッジ)
- 無線およびハードウェアの選択
- AP の取り付けとノード間の距離
- 必要なスループットとレイテンシー
- 期待されるクライアント パフォーマンス

これらの要因を考慮することで、メッシュのパフォーマンスと耐性が格段に向上します。

トラブルシューティング

メッシュの検証

ZoneDirector と SmartZone の両方とも、ネットワークコントローラーのメッシュトポロジーを WebUI 上で確認できます。

SZ: [Access Points (アクセスポイント)] -> [Zone (ゾーン)] の順に移動し、右上の [Mesh (メッシュ)] タブをクリックしてモードを選択します。

ZD: [Access Points (アクセスポイント)] に移動し、右上の [Mesh (メッシュ)] タブをクリックしてモードを選択します。

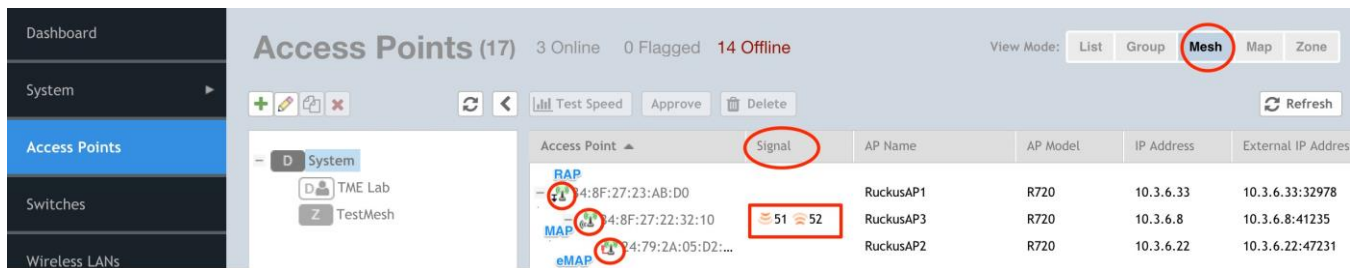


図 17: SZ メッシュの検証

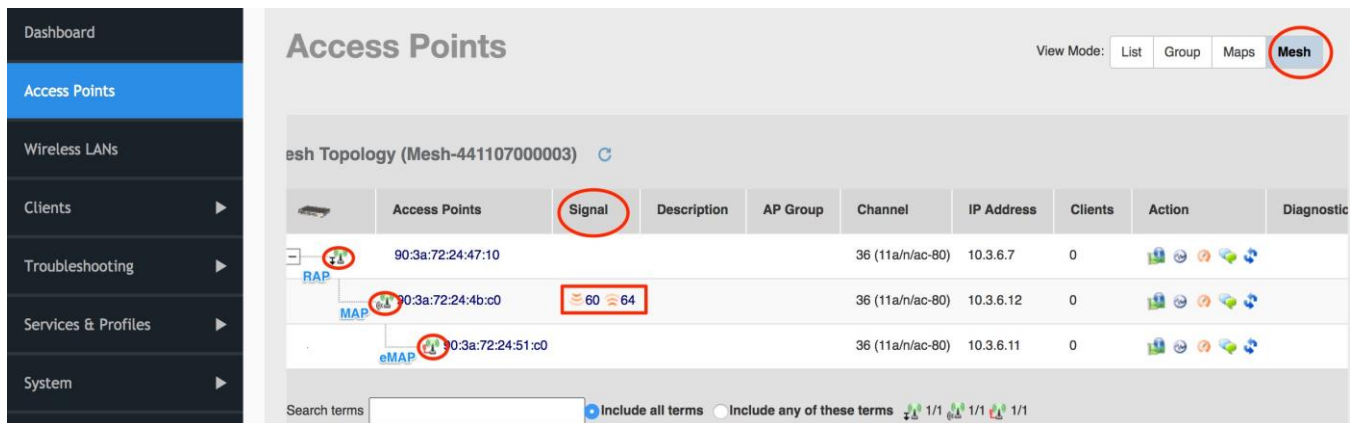


図 18A: ZD メッシュの検証

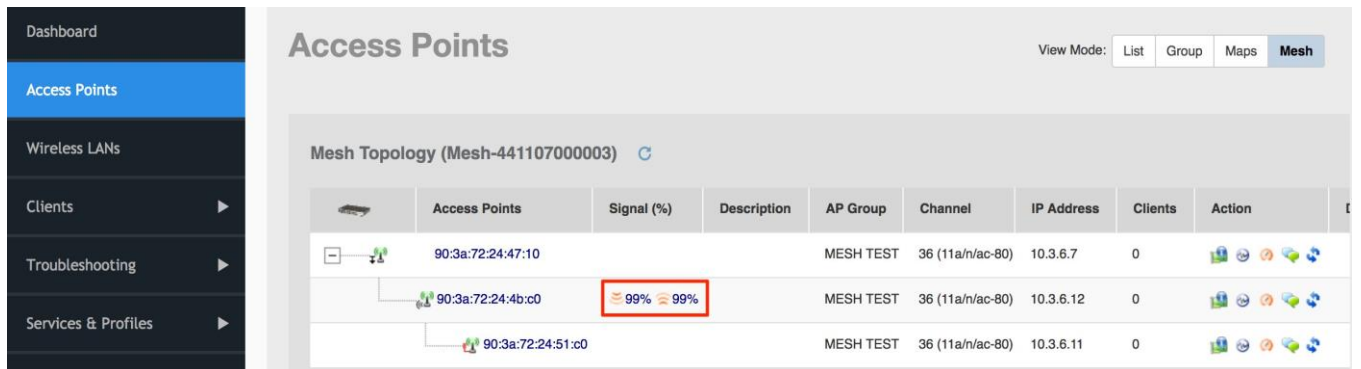


図 18B: ZD メッシュの検証

2018年9月

図 17 と 18 で見られるように、各メッシュノードタイプには特別なマーカーが関連付けられています。このページには多くの役に立つ情報が記載されており、次に続くセクションで説明します。

ラッカス信号% - SNR マッピング

図 17 で、SmartZone コントローラーの MAP の [Signal (信号)] は SNR (単位: dB) で表示されます。図 18 で、ZoneDirector の [Signal (信号)] は、値をクリックすると SNR (単位: dB) (図 18A) とラッカス信号% (図 18B) を切り替えることができます。図 18A で、最初の数値 (60) は RAP (90:3a:72:24:47:10) から MAP (90:3a:72:24:4b:c0) への SNR です。2 番目の数値 (64) は MAP から RAP への SNR です。SNR はノイズフロアまたは同一チャネルまたは隣接チャネルに接続されている他のデバイスから発生するノイズに対する生の信号です。数値が高いほどスループットが向上し、状況が悪化した場合のマージンが消失します。以下は、ラッカス信号% と SNR (単位: dB) の相関関係を理解するためのマッピングです。

ラッカス信号%	SNR (単位: dB)
>45	99
45	99
43	94.05
41	89.1
39	84.15
37	79.2
35	74.25
33	69.3
31	64.35
29	59.4
27	54.45
25	49.5
23	44.55
21	39.6
19	34.65
17	29.7
15	24.75
13	19.8
11	14.85
9	9.9
7	4.95
5	0
3	0
1	0

表 5: ラッカス信号% - SNR マッピング

2018年9月

以下の表は、メッシュネットワークに現れる SNR 値の解釈に使用します。25dB 以上の SNR が推奨されます。

SNR	説明
>40 dB	優れた信号 (5 バー); 常に関連付けられている; 超高速
25 dB ~ 40 dB	非常に良好な信号 (3 ~ 4 バー); 常に関連付けられている; 非常に高速
15 dB ~ 25 dB	低い信号 (2 バー); 常に関連付けられている; 通常は高速
10 dB ~ 15 dB	非常に低い信号 (1 バー); ほとんどの場合は関連付けられている; ほとんどの場合低速
5 dB ~ 10 dB	信号なし; 関連付けられていない; なし

表 6: SNR 値の解釈

メッシュの SpeedFlex テスト

SmartZone ネットワーク コントローラーと ZoneDirector のどちらにも SpeedFlex を使用してメッシュ リンクをテストするオプションがあります。顧客はこれを使用して各リンクをテストし、コントローラーまでのメッシュ リンク全体またはノード間のみをテストできます。このテストの結果から、未使用帯域幅を推定できます。ネットワークに接続されているユーザーの数が増えた場合は、バックホールの需要が使用されるためテスト結果が変わります。

SmartZone でリンクをテストしたい AP をクリックし、次に [Test Speed (Multi-hops) (速度をテスト (マルチホップ))] ボタンをクリックしてテストを開始します。

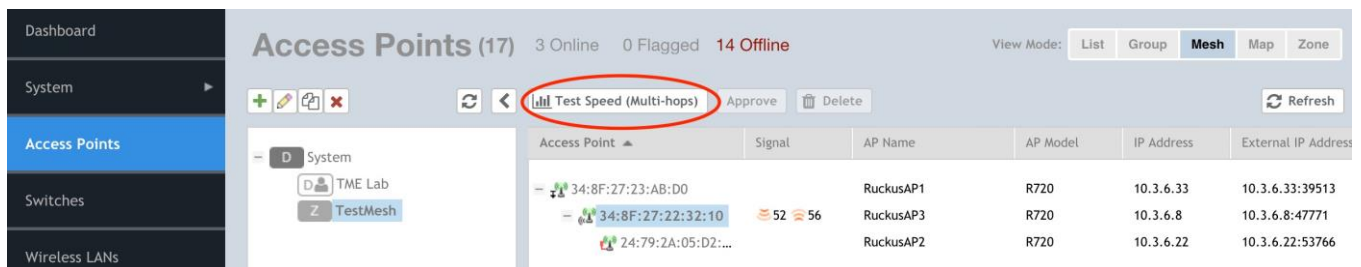


図 19A: SZ メッシュ SPEEDFLEX テスト

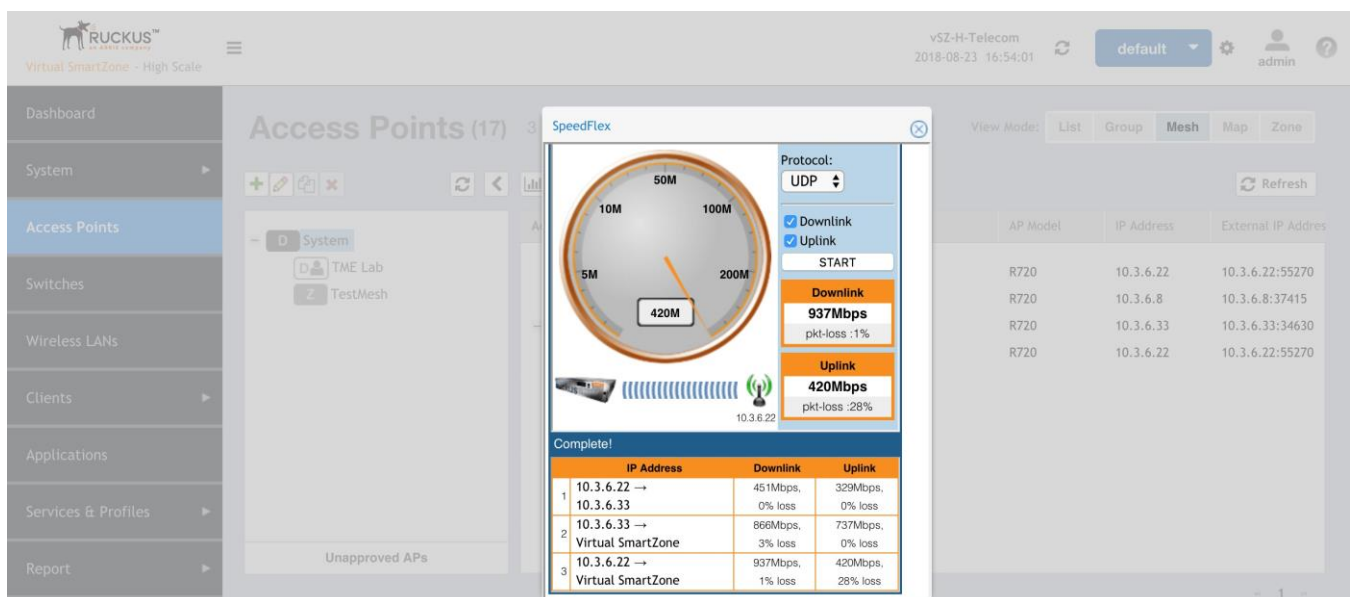


図 19B: SZ メッシュ SPEEDFLEX テスト

2018年9月

ZoneDirector でテストしたい AP をクリックし、次にオレンジ色の SpeedFlex アイコンをクリックしてテストを開始します。

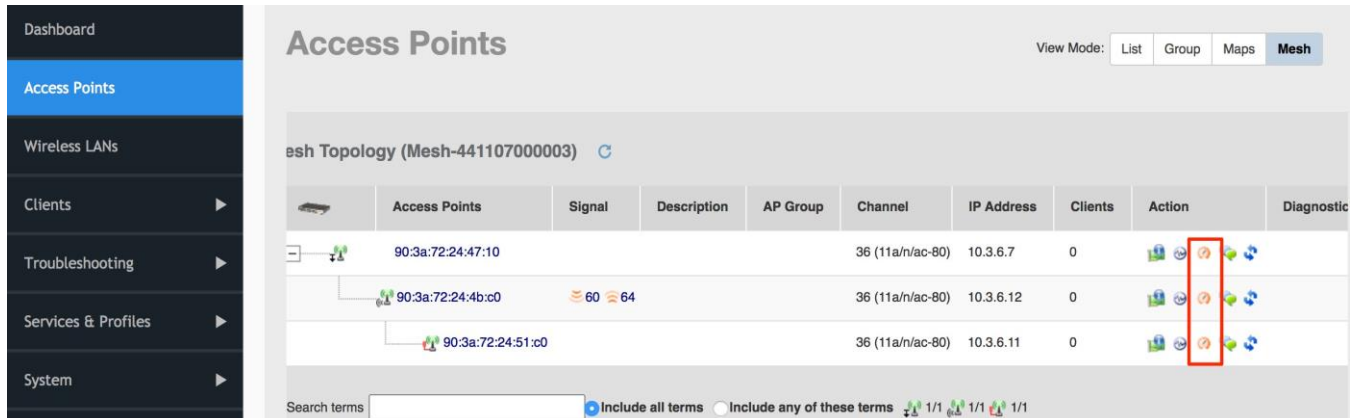


図 20A: ZD メッシュ SPEEDFLEX テスト

AP のオレンジ色のアイコンをクリックすると下の画面が開くので、[Multihops SpeedFlex (マルチホップ SpeedFlex)] ボタンをクリックしてテストを開始できます。

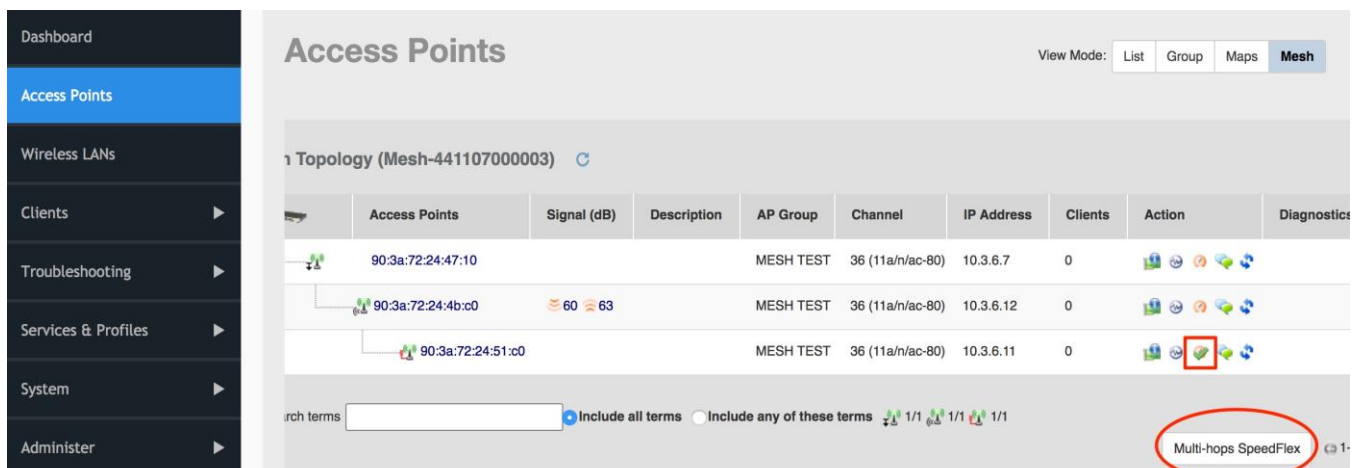


図 20B: ZD メッシュ SPEEDFLEX テスト

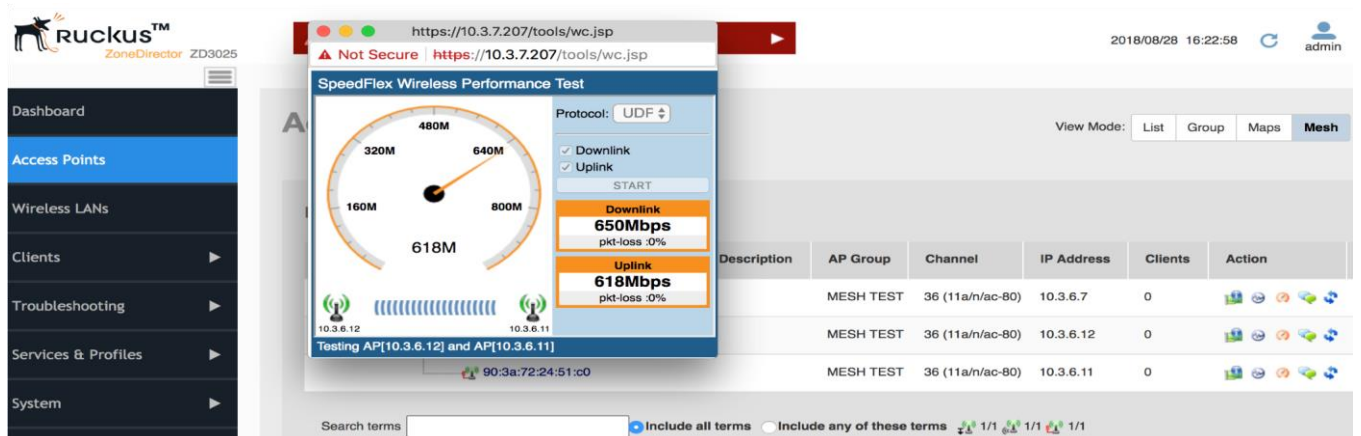


図 20C: ZD メッシュ SPEEDFLEX テスト

2018年9月

注意: SmartZone の監視機能については前のセクションで触れている「[メッシュを経由する IP ビデオについてのドキュメント](#)」で詳細に説明しています。

一般的な問題

メッシュ ネットワークに見られるいくつかの一般的な問題を以下にリストします。これらの問題と考えられる根本原因について理解することにより、問題を最低限に抑えられるよう顧客を適切な方向へ導くことができます。

根本原因

1. 有線
 - a. イーサネットが不良 - イーサネット スイッチが適切に動作しない、ループができていて、パケットがドロップする。
 - b. バックホールが不良 - バックホールが停止しルート AP が再起動して、メッシュ ネットワークに混乱を引き起こす。
 - c. DHCP が不良 - AP に IP がいないため参加/参加解除が繰り返し行われて、他の AP が不安定になる。
2. ワイヤレス
 - a. 不適切な AP 取り付け場所 - メッシュ パフォーマンスに影響する要因で見られたように、取り付け場所が不適切だと信号強度が低下しメッシュ パフォーマンスに影響します。
 - b. 干渉 - MAP は特定のチャンネルで RF 干渉を受けますが、ChannelFly が稼働する RAP はメッシュ ツリーの下流で発生する干渉を検知しないため、そのようなチャンネルを常に回避するわけではありません。このような MAP でのローカルな干渉により、スループットが不均一になることがあります。スループットが低く RSSI が高い - 干渉の外部ソース、またはリンク (メッシュ ノード間の距離) が長すぎないか確認してください。クライアントアクセスが不要な場合は、長い距離にメッシュではなくブリッジを使用することはよい方法です。
 - c. MAP が孤立 - 不適切な設置または構成ミスが原因の可能性がります。
3. クライアント
 - a. 高速ローミング/複数の同時アソシエーション (切断前のアソシエーション) - クライアントは一度に 2 台以上の AP とアソシエーションすることができます。古い AP への通知はコントローラーに依存していますが、時間がかかることがあります。その間、クライアントは同じチャンネル上の複数の AP にデータパケットを送信するため、Linux カーネルブリッジが解除されてしまいます。クライアントが適切に動作しないと、インフラストラクチャが不適切な動作をする可能性があります。
4. その他
 - a. SCG & ZD ファームウェアの異なる AP が出荷された - SCG & ZD ファームウェア バージョンが異なる AP が同じネットワークに接続されると干渉が生じます。
 - b. 起動時に ChannelFly がチャンネルを高速に切り替えるとメッシュ フラップが発生する。
 - c. その他の一般的なメッシュの問題:
 - i. ループまたはループの可能性
 - ii. 役割の変更
 - iii. MAP がコントローラーに素早くジョインしない
 - iv. コントローラーへの AP のジョインと切断が散発的に発生する
 - v. イーサネットまたはメッシュ WLAN 上での MTU の構成ミス

2018年9月

デバッグのためのシェルコマンド

役に立つシェルコマンド/meshd オプション

シェルコマンドは、Ruckus サポートエンジニアが用いるデバッグ用コマンドであるため、代理店様、エンドユーザ様は利用できません。

Meshd オプション	説明
-h	ヘルプ
-hh	理由コードのヘルプ
-dn	ネイバー リストを表示 (最初の行は自身)
-da	すべてのネイバーを表示 (メッシュ以外のものも含む)
-dT	ネイバーからルートへのパスのリストを表示
-g	簡単な meshd ステータス情報
-l	完全な meshd ステータス情報
-m	Meshd デバッグ レベル、ヘルプ (-h) を参照 -m 0xFFFFFFFF8 (すべてのデバッグ レベルを開く) -m 0xFFFFFFFF7FE (デフォルト)
-U	アップリンクの再取得を強制

表 7: メッシュ デバッグ シェル コマンド

メッシュ ネイバー表の読み方と解釈

meshd -dn

メッシュ ネイバー表はシェル コマンド「`meshd -dn`」または AP CLI コマンド「`get mesh`」で取得できます。

```
# meshd -dn
BSSID          S LastSeen Ch  AdvUpl  SmpUpl  CalcUpl  RSSI/UL/NF  Flt  IF  UR  D  NILS  Management-MAC  SSID  L3  IP
24:79:2a:05:d2:e0 M  70955  64    1.00   0.00   1.00    0/00/0      l    -  z  2    0 24:79:2a:05:d2:e0 mesh-f4yF3qE4 Y 10.3.5.112 ::
34:8f:27:a2:32:17 N  70918 128    1.00   0.00   1.00    61/70/-86   j    -  *  3    0 34:8f:27:22:32:10 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.113 ::
34:8f:27:a3:ab:d7 U  70955  64    955.00 0.00   1.00    53/63/-86   c    -  *  1    0 34:8f:27:23:ab:d0 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.111 ::

Wired APs
34:8f:27:22:32:10 D  70955 128    1.00   0.00   1.00    127/127/127 j    -  z  3    0 34:8f:27:22:32:10 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.113 ::
0
# █
```

図 21: メッシュ -DN

2018年9月

屋外	説明
BSSID	ネイバーの VAP の公表 MAC アドレス
S	ネイバー メッシュ ステータス (AP から見た場合)
LastSeen	スキャンリストに AP が前回表示された時刻 (アップタイム、単位: 秒)
Ch	チャンネルまたはネイバー
AdvUpl	公表アップリンク - ネイバーのアップリンク帯域幅メトリック (ネイバーから自身へのアップリンク)
SmpUpl	サンプルアップリンク - リンクの品質に基づいたアップリンク帯域幅メトリック (自身からネイバーへ) を推定
CalcUpl	アップリンクを計算 - ネイバーのアップリンクおよび自身とネイバーの間のリンクに基づいたアップリンク帯域幅メトリックを推定
RSSI	ダウンリンク RSSI (AP が受信するネイバーの RSSI)
UL	アップリンク RSSI (ネイバーが受信する自身の RSSI)
NF	AP がオンになっているチャンネルのノイズフロア測定値バックグラウンドスキャン中に測定されるため結果は変動する可能性あり
Flt	AP がその AP にアップリンクしない理由
IF	アイランドフィルター (ネイバーが接続されていない理由)
UR	アップリンク理由 (アップリンクにその AP を選択した理由)
D	メッシュ深度 (RAP では 1)
NILS	過去 n 回のチャンネル内スキャンで見つからなかったネイバー (存在しなくなったネイバー AP を期限切れとして除外するための AP 条件)
管理-MAC	ネイバーのベース MAC
SSID	ネイバーの公表 SSID
IP	ネイバーの IP アドレス

表 8: メッシュ -DN

表 8 のいくつかのフィールドについて詳細に見ていきましょう。

ネイバー メッシュ ステータス S

```
# meshd -dn
BSSID          S LastSeen Ch  AdvUpl  SmpUpl  CalcUpl  RSSI/UL/NF  Flt IF UR D  NILS Management-MAC  SSID  L3 IP
24:79:2a:05:d2:e0 M  70955  64    1.00   0.00   1.00    0/00/0     l  -  z  2   0 24:79:2a:05:d2:e0 mesh-f4yF3qE4 Y 10.3.5.112 ::
34:8f:27:a2:32:17 N  70918 128   1.00   0.00   1.00    61/70/-86  j  -  *  3   0 34:8f:27:22:32:10 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.113 ::
34:8f:27:a3:ab:d7 U  70955  64    955.00  0.00   1.00    53/63/-86  c  -  *  1   0 34:8f:27:23:ab:d0 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.111 ::

Wired APs
34:8f:27:22:32:10 D  70955 128   1.00   0.00   1.00    127/127/127 j  -  z  3   0 34:8f:27:22:32:10 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.113 ::
0
#
```

図 22: MESH-DN (S)

2018年9月

このコマンドの最初の行への出力は、常にコマンドが実行された AP とその AP 自身のステータスです。

値	説明
R	RAP - AP はルート (サービスを公表していません)
I	アイランド - AP にアップリンクがない
M	MAP - AP はワイヤレスアップリンクに接続されている
K	eMAP - AP は有線アップリンクに接続されている
C	合意 - すべての eMAP が最良のアップリンクに接続されていることを AP が確認
W	待ち状態 - AP はアップリンクへの接続を試行中
O	休眠中 - meshd は非アクティブ

表 9A: MESH -DN (S)

後続の行は (コマンドが実行された) AP のネイバーのステータスです。

値	説明
なし	ネイバー - Flt によってはアップリンクとして使用されることがある
U	アップリンク - 自身が接続されているネイバー (自身のアップリンク)
D	ダウンリンク - 自身がサービスをオファーしているネイバー (自身のダウンリンク)
P	提案 - 提案されているアップリンク、合意を確認して接続を試行
-	ステータス不明 (まれにしか表示されない)

表 9B: MESH -DN (S)

Flt

Flt はネイバーがワイヤレスアップリンクの選択から除外された理由を説明します。

```
# meshd -dn
BSSID          S LastSeen Ch  AdvUp1  SmpUp1  CalcUp1  RSSI/UL/NF  Flt  IF UR D NILS Management-MAC  SSID  L3 IP
24:79:2a:05:d2:e0 M  70955  64    1.00    0.00    1.00    0/00/0      l   -  z 2  0 24:79:2a:05:d2:e0 mesh-f4yF3qE4 Y 10.3.5.112 ::
34:8f:27:a2:32:17 N  70918 128    1.00    0.00    1.00    61/70/-86   j   - * 3  0 34:8f:27:22:32:10 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.113 ::
34:8f:27:a3:ab:d7 U  70955  64    955.00  0.00    1.00    53/63/-86   c   - * 1  0 34:8f:27:23:ab:d0 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.111 ::

Wired APs
34:8f:27:22:32:10 D  70955 128    1.00    0.00    1.00    127/127/127 j   -  z 3  0 34:8f:27:22:32:10 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.113 ::
0
#
```

図 23: MESH -DN (FLT)

2018年9月

値	説明
C	この AP に接続 (良好なステータス)
-	AP はアップリンクとして使用可能
A	ACL ミス (ネイバーが ACL リストにない)
B	「表示」頻度が低いネイバーへの接続を許可
D	最大深度に到達 (ネイバーのホップ数が多すぎる)
E	SSID 不一致 (ネイバーが同じメッシュ SSID を持たない)
F	最大ファンアウト (ネイバーに接続されている AP 数が多すぎる)
G	ゲートウェイ/ネットワークの不一致 (異なるサブネット)
I	ラッカス IE がない

表 10: MESH -DN (FLT)

アイランドフィルター IF

IF はネイバーが孤立した (アップリンクを見つけられない) 理由を説明します。

```
# meshd -dn
BSSID          S LastSeen Ch  AdvUpl  SmpUpl  CalcUpl  RSSI/UL/NF  Flt  IF  UR  D  NILS  Management-MAC  SSID  L3  IP
24:79:2a:05:d2:e0 M  70955  64    1.00    0.00    1.00    0/00/0      l   -   z  2    0  24:79:2a:05:d2:e0 mesh-f4yF3qE4 Y 10.3.5.112 ::
34:8f:27:a2:32:17 N  70918 128    1.00    0.00    1.00    61/70/-86  j   -   *  3    0  34:8f:27:22:32:10 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.113 ::
34:8f:27:a3:ab:d7 U  70955  64    955.00   0.00    1.00    53/63/-86  c   -   *  1    0  34:8f:27:23:ab:d0 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.111 ::

Wired APs
34:8f:27:22:32:10 D  70955 128    1.00    0.00    1.00    127/127/127 j   -   z  3    0  34:8f:27:22:32:10 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.113 ::
#
```

図 24: メッシュ -DN (IF)

値	説明
C	この AP に接続 (良好なステータス)
-	AP はアップリンクとして使用可能
A	ACL ミス (ネイバーが ACL リストにない)
B	「表示」頻度が低いネイバーへの接続を許可
D	最大深度に到達 (ネイバーのホップ数が多すぎる)
E	SSID 不一致 (ネイバーが同じメッシュ SSID を持たない)
F	最大ファンアウト (ネイバーに接続されている AP 数が多すぎる)
G	ゲートウェイ/ネットワークの不一致 (異なるサブネット)
I	ラッカス IE がない

表 11: メッシュ -DN (IF)

2018年9月

UR

UR(最初の行のみ)はAPがアップリンクステータスを変更した理由を説明します。

```
# meshd -dn
BSSID          S LastSeen Ch  AdvUpI  SmpUpI  CalcUpI  RSSI/UL/NF  Flt IF UR D NILS Management-MAC  SSID  L3 IP
24:79:2a:05:d2:e0 M  70955  64    1.00    0.00    1.00    0/00/0      l  -  z 2  0 24:79:2a:05:d2:e0 mesh-f4yF3qE4 Y 10.3.5.112 ::
34:8f:27:a2:32:17 N  70918 128    1.00    0.00    1.00    61/70/-86   j  -  * 3  0 34:8f:27:a2:32:17 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.113 ::
34:8f:27:a3:ab:d7 U  70955  64    955.00  0.00    1.00    53/63/-86   c  -  * 1  0 34:8f:27:a3:ab:d7 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.111 ::

Wired APs
34:8f:27:22:32:10 D  70955 128    1.00    0.00    1.00    127/127/127 j  -  z 3  0 34:8f:27:22:32:10 mesh-f4yF3qE4 N 10.3.5.113 ::
#
```

図 25: メッシュ -DN (UR)

値	説明
*	初めてのアップリンク (理由なし)
T	より良好なスループットを提供するパスへのローミング、以前は MAP
J	より良好なスループットを提供するパスへのローミング、以前は eMAP
A	ACL 強制
Q	手動でトリガーされた再取得
Y	より良好なワイヤレスアップリンクを持つ有線ネイバーに移行
Z	以前の有線親が消失
F	ゲートウェイへの接続が消失、RAP -> MAP フェイルオーバー
G	ゲートウェイへの接続が消失 (以前はゲートウェイが検出されたことを意味する)
X	ループ回復、以前は有線でルート検出
E	ループ回復、以前は有線で親検出
B	ループ回復、以前はゲートウェイ検出

表 12: メッシュ -DN (UR)

メッシュログ

- メッシュログは `syslog (logread)` の一部になりました
- meshd ログのみを表示するには「`mlogread`」を使用します
- meshd ログのみを表示してフォローするには「`mlogread -f`」を使用します

付録 A: リファレンス アーキテクチャ

リファレンス アーキテクチャのオプション: SmartMesh パーティショニング

互いに独立して動作する複数の SmartMesh ネットワークを作成することが有益な場合があります。これは SmartZone コントローラーに AP ゾーン の概念を取り入れることによって達成できます。

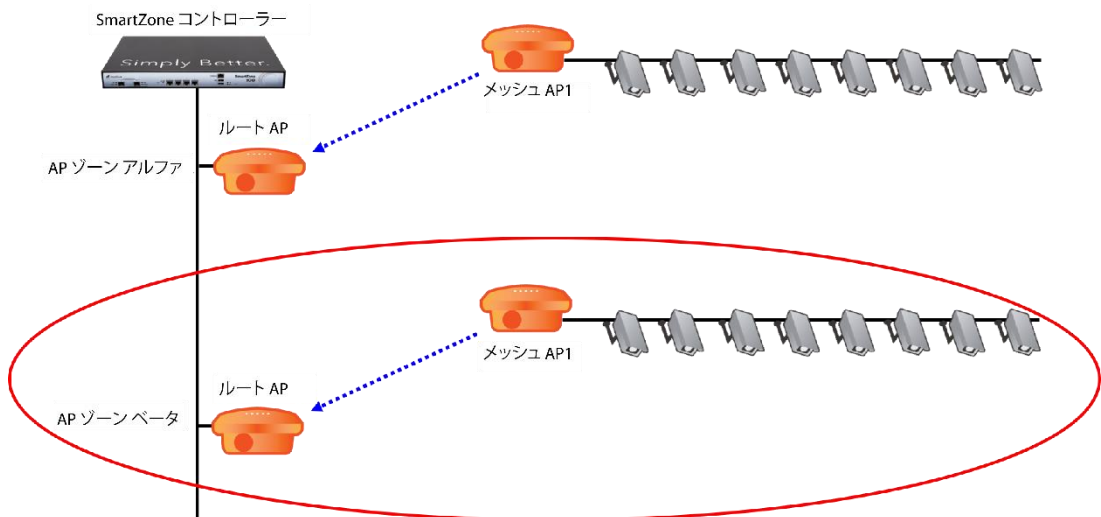


図 26: メッシュ パーティショニングのための AP ゾーン の例

メッシュ ネットワークのパーティショニング

ネットワークのすべてのノードを同じチャンネルに配置するにはメッシュ ネットワークに制限が発生します。この制限は、単一のメッシュ トポロジーを 2 つ以上にパーティショニングすることで軽減できます。これにはいくつかの利点があります。

- チャンネルを追加するごとに、全体的なチャンネル キャパシティが増加する。
- チャンネルを追加するとローカルの干渉を抑制できる。

メッシュ ネットワークのパーティショニングによる主なマイナス面は以下のとおりです。

- 構成とプランニングがより複雑になる。
- 良好なチャンネルが 1 つしかない場合は、追加のメッシュ ネットワークのリンク品質が下がり、キャパシティが低下する。

SmartZone ネットワーク コントローラー

Ruckus SmartZone ネットワーク コントローラー ファミリーには、複数のメッシュ ネットワークの構成と管理に付随する複雑さを緩和するための機能が用意されています。特に AP ゾーンは把握と監視が簡単な個別のネットワーク構成を作成するために使用できます。

AP ゾーンの使用

IP 監視ビデオ トランスポートに使用するメッシュ AP を管理する SmartZone システムを初めて構成する際の最初の手順は、メッシュ AP をコントローラー内でグループ化して整理する方法を決定することです。AP の論理的グループを作成するには AP ゾーンの使用をお勧めします。AP グループではなく AP ゾーンを使用することが推奨され、すべての AP を 1 つのゾーンまたは 1 つの AP グループにまとめるよりも望ましい方法です。

AP ゾーンの使用が適しているケース

通常、グループ化される AP には共通項があります。たとえば、1 つのゾーンにはある地理的エリアにあるすべての AP を含め、別のゾーンには特定の管理者が管理する AP を含めることができます。

2018年9月

同じ有線バックホールを使用するすべての AP をグループ化することも基本的な整理方法です。この場合、ある建物に設置されているすべての RAP に加えてその RAP に接続されている MAP を含めます。

AP のグループ化は柔軟で、厳守すべきルールはありません。唯一の要件はすべての MAP とその MAP の接続先 RAP を同じ AP ゾーンにグループ化することです。

最初の手順は AP をどのようにグループ化するか決めることです。AP のグループが決まったら AP ゾーンを作成できます。AP がコントローラーに参加すると、その AP は割り当てられたゾーンに移動できます。

AP ゾーンの作成方法

vSZ-E と SZ100 で事前にコントローラーの構成を行っていない場合、AP はコントローラーに参加すると自動的にデフォルトのゾーンに割り当てられます。vSZ-H と SZ300 では、AP はコントローラーに参加するとステージングゾーンに表示されます。

すべてのコントローラーモデルで、割り当てられたゾーンに AP を手動または自動で移動するにあたり、いくつかの異なるメソッドを使用できます。

- いくつかの利用可能なルールタイプに基づいて、初めてコントローラーに参加する AP を自動的に割り当てゾーンに移動するレジストレーションルールを作成できます。
- バッチプロビジョニング AP のインポート機能を使用し、事前プロビジョニング CSV ファイルに入力した特定パラメーターに基づいて AP を自動的に割り当てることもできます。CSV ファイルは AP をゾーンマッピングに適用するためにいつでもコントローラーにアップロードできます。
- AP がコントローラーに参加した後は GUI でその AP をクリックして割り当てられたゾーンに手動で移動し、[Move (移動)] ボタンを使用して目的の AP ゾーンに移動できます。
- SmartZone API を使用して AP を特定のゾーンに移動することもできます。

メッシュパーティショニングの利点

AP をゾーンにグループ化することで、より組織的な管理を行えます。以下のメリットはゾーン管理によって可能になります。

- AP ファームウェアバージョン管理
- AP ファームウェアアップグレード管理
- 一括 AP 構成をゾーン内の AP に限定
- AP CLI スクリプトによる一括 AP 構成をゾーン内の AP に限定
- マップとダッシュボードの表示を合理化
- 有線クライアント (例: ビデオカメラ、ネットワーク) の監視を簡素化
- イベントを素早くフィルタリングおよび表示
- Syslog と SNMP 管理を簡素化

このリストはすべてを網羅するものではありませんが、AP を独自の AP ゾーンにグループ化することによる管理者の主要なメリットが含まれています。

注意: 各 AP ゾーンは互いに独立して管理されるため、1つの AP ゾーンに SSID やファームウェアの変更を加えても他のゾーンには影響しません。

付録 B: ネットワーク デプロイ プロセス

ネットワーク デプロイ プロセス

適切なネットワーク設計プロセスでは、ネットワーク ニーズの決定、ローカル サイトの評価、設計、実装、検証、および文書化において常にベストプラクティスに沿ったアプローチをとるべきです。本ドキュメントではワイヤレスメッシュ設計のベストプラクティスに関するこのサイクルの多くの部分について触れますが、プロセス全体の完全かつ最終的な代替ドキュメントと見なすべきではありません。Wi-Fi デプロイ、特に屋外でのデプロイでは、それぞれの設置ケースが固有であり、適切にデプロイするために検討すべき独自の課題があります。

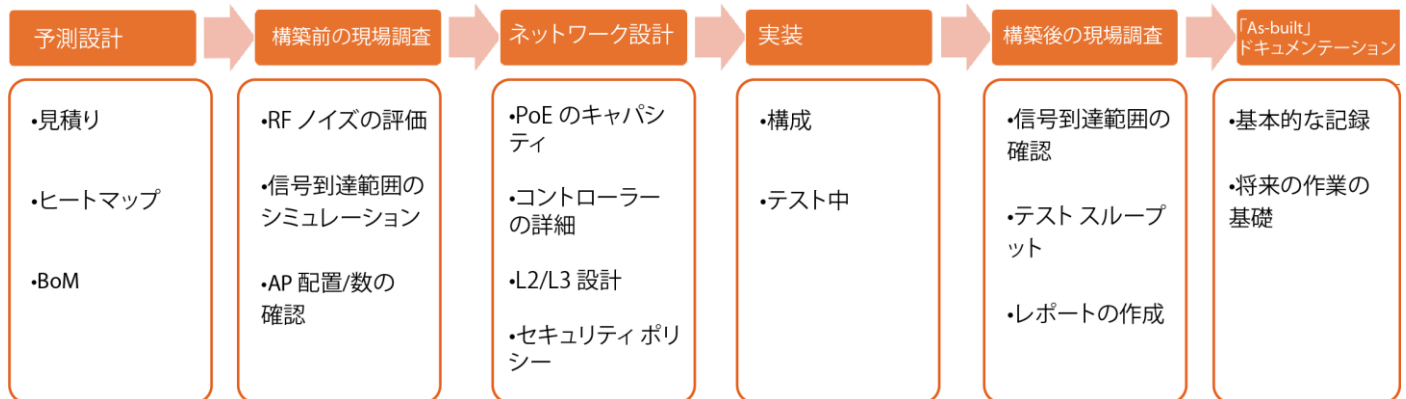


図 27: ネットワーク デプロイ プロセス

ワイヤレス デプロイが失敗する原因

Wi-Fi デプロイが失敗する最大の原因のひとつは、設計プロセスが始まる前に重要な検討事項を特定して決定を下さなかったことです。たとえば以下のようなものです。

- デプロイの目標はどのようなものか。
- どのようなタイプのクライアントデバイスが使用されるか。
- どのアプリケーションが使用され、それぞれの最低要件はどのようなものか。
- どのようなタイプの RF 環境か。
- 設置直後に必要な推定キャパシティ。2～3年後のキャパシティ要件。
- 正確な縮尺マップは利用可能か。
- 期待されること、および重要なパフォーマンス指標 (KPI) はどのようなものか。
- どのようなインフラストラクチャがすでに利用可能か。銅ケーブルか。ファイバーか。ポイントツーポイントブリッジか。
- どのようなタイプの給電が利用可能か。
- どのような取り付けオプションが利用可能か。

これらすべての検討事項に対してすぐに回答できるデプロイは少数ですが、答えを見つけてからでないと合理的かつ実践的な WLAN 設計は行えません。

ワイヤレス デプロイが失敗するもうひとつの原因は、特定の設計に固有の厳格な制限事項を考慮しないことです。

サイトの評価

徹底したサイトサーベイは、予測モデリング、現場サーベイ、設置後の検証という3つの部分から成ります。各手順はデプロイの成功に不可欠であり、経験のある Wi-Fi エンジニアが適切な評価ツールを使用して実施する必要があります。

2018年9月

予測設計

予測サーベイにより、必要な AP の数を情報に基づいて判断できます。ただしこれはあくまで推定値です。予測モデリングは、実際のサイトサーベイを最大限に活用するための適切な開始点です。サイトサーベイに取って代わるものではありません。

予測モデリングではエリアの縮尺マップを入力し、カバレレッジエリア、チャンネル選択などの要因を推定するために使用できます。これは、最初の段階で AP の設置場所の候補と必要な数を特定する際に有益です。ただし、予測モデルは現場サーベイのように場所の条件を考慮できないことを必ず念頭に置いてください。

屋内対屋外の予測ツール

Wi-Fi モデリングと予測分析を行うために使えるツールはいくつかあります。ただし、屋外モデリングに対応するものは少数です。予測分析を行う前に、ツールが屋外デプロイモデリングに対応していることを確認してください。Google マップの画像などを転用して屋内ツールを使用することはできません。屋外設計に必須のパラメーターが考慮されないため、十分な、または役に立つ情報を得ることができないからです。⁷

予測モデリングチェックリスト

予測モデルでは最低でも以下の情報を得られなければなりません。

1. 縮尺マップ
2. AP 取り付け場所の候補
3. 予測される AP 信号到達範囲ヒートマップおよび予測される RSSI と SNR の値
4. AP チャンネル割り当て
5. 信号到達範囲のみに基づいた推奨 AP 数

RF 信号品質

メッシュ AP とそのルート AP との間の信号品質が高ければ高いほど、信号品質が高くなります。これは、カメラのビデオ品質と信頼性のパフォーマンス向上に直結します。適切なサイトサーベイによってこれらの値が決まります。最初の予測モデルを作成する時点で、最低でも以下の値が推奨されます。

- メッシュ AP をルート AP にできるだけ近づけて、信号強度と信号対雑音比 (SNR) の値を最大限にします。これは一般的に 200m 以内ですが、現地の条件によってはこの値が変わることがあります。
- メッシュ AP では最低でも 1 つの AP ノードに障害物のない見通し線がなければなりません (ノードが停止したときのための冗長として 2 つが推奨されます)。
- 他のワイヤレスデバイスへのアクセスに別の AP が使用される場合は、メッシュ AP から少なくとも 1m 離れた位置にこの AP を取り付けてください。
- 各メッシュ AP からルート AP への信号強度は最低 -70 dBm、また目標 SNR 値 20 dB 以上でなければなりません。

デプロイ前のサイトサーベイ

予測モデルの変更が要求されるような制限要因が現地にあるかどうかなどの極めて重要な情報は現場サーベイによってしか入手できません。たとえば、予測モデルでは、干渉を起こすかもしれない他の Wi-Fi ネットワークが近くにないことを前提としています。当然、デプロイサイトがダウンタウンなどの人口密度の高い場所にあれば RF 環境は非常に混雑すると考えられます。これによりキャパシティが低下するため、デプロイの前にこれを考慮する必要があります。

サーベイの結果

現場サーベイでは最低でも以下の情報を獲得できなければなりません。

1. 縮尺マップと推奨される AP 取り付け場所
2. 実際に計測された信号到達範囲と記録された RSSI および SNR の値を示す AP ヒートマップ
3. チャンネルごとのスペクトラム評価 (利用可能、かつこのアプリケーションに使用可能なチャンネルとその数)
4. 各 AP の取り付け場所で実際に計測されたスループットの値

⁷iBwave などのツールでは屋外分析を行えます。

2018年9月

現場サーベイが調査時点で存在する条件を測定するものであるということを必ず念頭に置いてください。環境条件は時間の経過とともに変化します。たとえば樹木が成長して LoS を遮る、他の Wi-Fi ネットワークが同じチャンネルに設置されるなどです。

ワイヤレスメッシュネットワーク設計の課題

どのような Wi-Fi ネットワーク デプロイでもサイトサーベイが推奨されますが、ワイヤレスメッシュデプロイでは特に重要です。有線 AP 経由で展開される WLAN と比較した場合、ワイヤレスメッシュではレイテンシーやジッターが発生してキャパシティが低下するため、何が可能で何が不可能でないかを理解することは極めて重要です。近隣の Wi-Fi ネットワークやトランスミッター、AP の場所、見通し線 (LoS) にある物体などの環境要因がすべて影響を与えます。

屋内設計と比較して屋外ワイヤレスネットワークの設計には独自の課題があります。

- RF ノイズが多い (チャンネル最適化がより困難)
- 落葉 (特に常緑樹)。季節による変化や経年変化
- 取り付け、給電、バックホールが困難かつ高額
- メッシュとポイントツーポイント (PtP) またはポイントツーマルチポイント (PtMP) とのリンクにおけるフレネルゾーンの問題

ネットワーク設計プロセスに必要な計算

AP の数

評価が実施された後、次に重要なタスクは必要な AP の数を決めることです。この数は以下を含む複数の要因によって決まります。

- カバレッジエリア
- 無線のキャパシティ
- アプリケーションの要件
- 許容できる信号品質の確保に必要な距離

無線のキャパシティ

エアタイムは成功のために極めて重要

ワイヤレスネットワークに関するよくある誤解は、ネットワーク設計の最も大きな制限は帯域幅であるというものです。しかし、大部分のワイヤレスネットワークで、拡張を妨げる最大の要因は通常はエアタイム使用量です。エアタイム使用量とはデバイスがデータを送信するために必要な時間の割合です。ネットワークが混雑すればするほど (エアタイム使用量が大きいほど) デバイスが送信に使える時間が減り、干渉の可能性が高くなります。このパラメーターはワイヤレスメッシュネットワークで使用されているアプリケーション (音声/ビデオ) によって異なります。

デバイスのエアタイム使用量の推定

エアタイム使用量は、クライアントの動作および常に変化するローカル RF 条件によって大きく異なります。以下の数式を使用して大まかに推定することができます。

$$\text{必要なエアタイム (\%)} = (\text{必要なスループット} / \text{利用可能な最大スループット}) * 100$$

利用可能な最大スループットは、メッシュ AP に接続しているデバイスが実現できるスループットまたはグッドプットの量であることに注意してください。これは 802.11 データ速度または PHY とは非常に異なります。

最後の 2 つの要因 - アプリケーションの要件および適切な信号品質を確保するために必要な距離は、メッシュネットワーク上で稼働するアプリケーションによって大きく異なり、一般化できないことに注意してください。本ドキュメントでは一般的なガイドラインを示しています。ビデオと音声のアプリケーションの詳細については、次のセクションの専用ドキュメントを参照してください。

付録 C: ゼロタッチメッシュ

現在のメッシュ設計では、APをメッシュAPとして設定するにはコントローラーへの有線接続を使用してメッシュ構成を含む構成のプロビジョニングを行う必要があります。次にユーザーは有線接続を解除し、そのAPを希望する場所に移動できます。APは事前にプロビジョニングされたメッシュ構成を使用して接続対象の他のAPを見つけ、メッシュネットワークを形成します。

ゼロタッチメッシュはこの手順を減らせるように設計されており、ユーザーはメッシュネットワークをより簡単に設定できます。ゼロタッチメッシュでは、ユーザーは希望する場所にAPを配置して電力を投入するだけです。するとAPは自動的にネットワークを検出し、コントローラーに参加し、メッシュネットワークを形成します。つまり新規APは有線接続を使用せずにワイヤレスでネットワークに参加できます。

これは、メッシュデプロイを簡素化し、ネットワーク間の長距離ワイヤレス接続を実装し、ネットワークカバレッジエリアを拡張し、ネットワークデプロイの費用を低減させるために使われます。

この機能はSmartZoneOS 5およびZoneDirector 10.2以降のバージョンで利用可能です。SmartZoneでは、ドメインおよびゾーン両方のレベルで有効にできます。

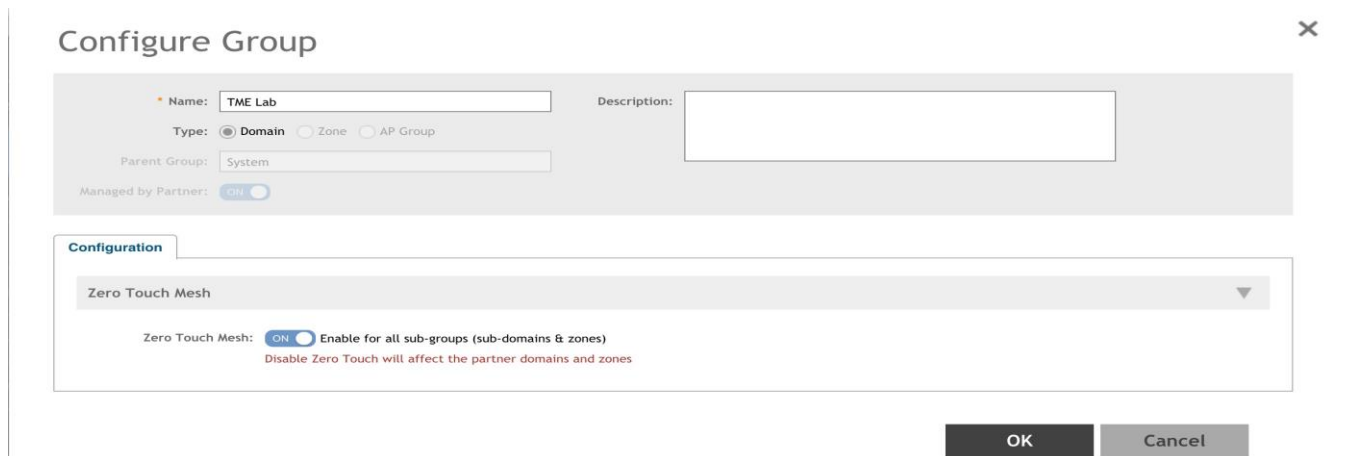


図 28A: ゼロタッチメッシュ - ドメインレベル

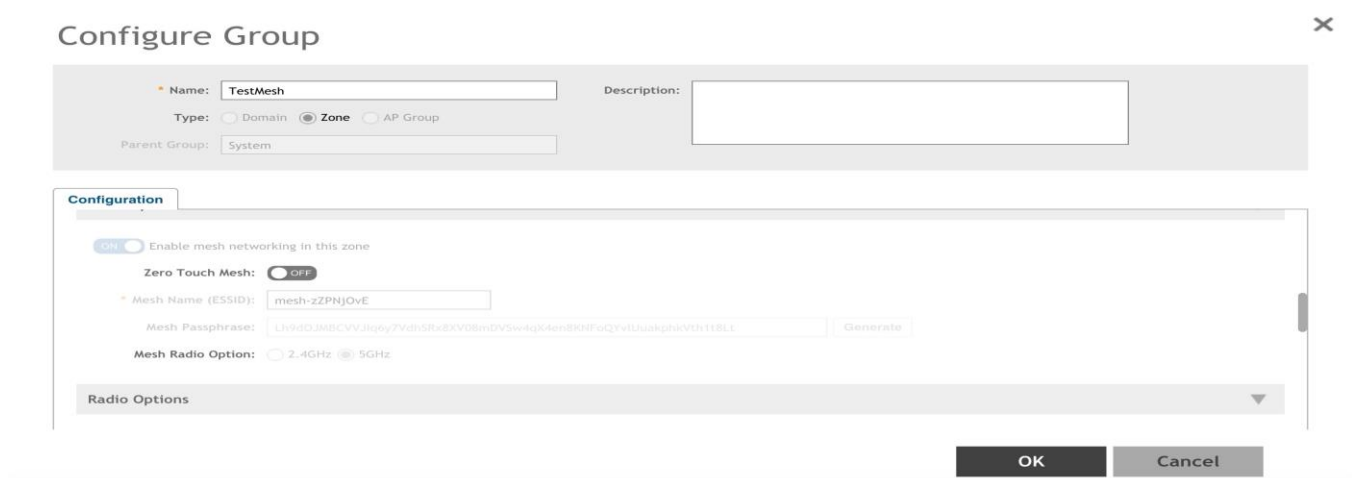


図 28B: ゼロタッチメッシュ - ゾーンレベル

付録 D: 追加のリソース

SmartMesh ネットワークを使用する IP 監視ビデオ

メッシュを使用する BPDG IP ビデオ - https://ruckuswireless.egnyte.com/dl/U4epDy6lDa/BPDG_IP_Video_Over_Mesh_Final.pdf

Wi-Fi を使用する VoIP のデプロイ

Wi-Fi を使用する BPDG 音声 - https://ruckuswireless.egnyte.com/dl/z5mtdBZa60/BPDG_Voice_over_IP.pdf

2018年9月

ラッカス ネットワークスについて

ラッカス ネットワークスは、あらゆる規模の組織が優れた接続体験を提供することを可能にします。ラッカスは、ユーザーを満足させながら IT の負担を軽減するセキュア アクセス ネットワークを手頃な価格で提供します。数々の組織が、自社ネットワークの管理を簡素化し、ユーザーの期待によりよく応えるためにラッカスを利用しています。詳細については、www.ruckuswireless.com を参照してください。

Copyright © 2017、ARRIS 傘下企業ラッカス。全権利を保有します。Ruckus、Ruckus Wireless、Ruckus ロゴ、Big Dog デザイン、BeamFlex、ChannelFly、Xclaim、ZoneFlex、OPENG は、米国および他の国々で登録された商標です。Ruckus Networks、MediaFlex、FlexMaster、ZoneDirector、SpeedFlex、SmartCast、SmartCell、Dynamic PSK は世界中で使用される Ruckus の商標です。本ドキュメントまたはウェブサイト内で言及した商品名やブランド名は他の人が所有権を主張する可能性があります。

ラッカスネットワークス ・ 〒103-0027 東京都中央区日本橋 1-18-14 ・ クローバー日本橋ビル 4F ・
japansales@arris.com ruckuswireless.com