Cisco ワイヤレス メッシュ アクセス ポイント リリース 8.8 設計および導入ガイド

初版：2018 年 8 月 2 日

シスコシステムズ合同会社
〒107-6227 東京都港区赤坂9-7-1 ミッドタウン・タワー
http://www.cisco.com/jp
お問い合わせ先：シスコ コンタクトセンター
0120-092-255 （フリーコール、携帯・PHS含む）
電話受付時間：平日 10:00～12:00、13:00～17:00
http://www.cisco.com/jp/go/contactcenter/

目 次

はじめに：

はじめに xi

対象読者 xii

マニュアルの構成 xii

表記法 xii

関連資料 xv

マニュアルの入手方法およびテクニカル サポート xv

第 1 章

メッシュ ネットワーク コンポーネント 1

メッシュ アクセス ポイント 1

5508、3504、5520、および 8540 シリーズ Cisco コントローラにおけるメッシュ アクセス ポイントのライセンス 1

アクセス ポイントのロール 2

ネットワークアクセス 3

ネットワーク セグメンテーション 4

Cisco 屋内メッシュ アクセス ポイント 4

Cisco 屋外メッシュ アクセス ポイント 5

周波数帯 7

Dynamic Frequency Selection（動的周波数選択） 8

アンテナ 9

クライアント アクセス認定アンテナ（サードパーティ製アンテナ） 10

Cisco ワイヤレス LAN コントローラ 11

Cisco Prime Infrastructure 11

アーキテクチャ 12

Control and Provisioning of Wireless Access Points 12

メッシュ ネットワークの CAPWAP ディスカバリ 12
ダイナミック MTU 検出 12
Adaptive Wireless Path Protocol 13
トラフィック フロー 13
メッシュ ネイバー、親、および子 14

第 2 章 メッシュ導入モード 19
ワイヤレス メッシュ ネットワーク 19
ワイヤレス バックホール 20
ユニバーサル アクセス 20
ポイントツーマルチポイント無線ブリッジング 20
ポイントツーポイント無線ブリッジング 21
メッシュ レンジの設定（CLI） 22
リリース 8.8 の Flex+Mesh の概要 23
新しい 8.8 の機能をサポートする Mesh COS AP 23
フレキシブル アンテナ ポート設定 24
Flex Mesh AP の実行モード 24
接続モード 24
スタンドアロン モード 24
放棄モードまたは永続 SSID モード 25
Flex Mesh COS AP のモード/状態の遷移 25
スタンドアロン モードの Flex AP に関する設計上の考慮事項 26
COS Flex RAP の特別なスタンドアロン モード 26
既存の FlexConnect AP モードの設計 26
新しい要件をサポートするための設計上の考慮事項 27
メッシュの機能強化の設定 28
リリース 8.8 で RAP 永続モードをテストする手順 30
リリース 8.8 での追加メッシュ機能の概要 30
リリース 8.8 での「合法的傍受」（LI）とモニタリング 31
Netflow コレクタの syslog 形式 32
CLI 設定と show コマンド 34

LI の GUI 設定 35
リリース 8.8 での特定の URL のホワイトリスト作成 36
リリース 8.8 でのキャプティブ ポータル設定 37
CLI 設定と show 38
キャプティブ ポータルの GUI 設定 38
リリース 8.8 でのポリシーの適用と割当量の管理 39
GUI からの設定 41

第 3 章 デザインの考慮事項 43
ワイヤレス メッシュの制約 43
ワイヤレス バックホールのデータ レート 43
コントローラ プランニング 47

第 4 章 メッシュ導入リリース 8.4 の Air Time Fairness 49
メッシュ導入リリース 8.4 の Air Time Fairness 49
前提条件と 8.4 リリースでサポートされる機能 49
Cisco Air Time Fairness （ATF）の使用例 50
ATF 機能 51
メッシュの ATF 機能の概要 52
ATF の動作モード 55
メッシュの ATF の設定 55

第 5 章 サイトの準備と計画 59
サイト サーベイ 59
調査前チェックリスト 59
屋外サイト サーベイ 60
見通し（Line of Sight）の判別 61
天候 61
フレネル ゾーン 61
ワイヤレス メッシュ配置のフレネル ゾーン サイズ 63
隠れノードの干渉 63

優先される親（Preferred Parent）の選択 64
優先される親の選択基準 64
優先される親の設定 65
関連コマンド 66
同一チャネルの干渉 67
ワイヤレス メッシュ ネットワークのカバレッジに関する考慮事項 67
セルのプランニングと距離 68
Cisco レンジ カルキュレータの前提条件 73
メッシュ アクセス ポイントの配置 76
屋内メッシュ ネットワークの特殊な考慮事項 77
メッシュ AP バックグラウンド スキャン リリース 8.3 79
DFS と非 DFS チャネル スキャン 80
メッシュ コンバージェンスの設定 82
ワイヤレス伝搬の特性 86
CleanAir 86
CleanAir AP 動作モード 87
Pseudo MAC（PMAC）とマージ 87
Event Driven Radio Resource Management と Persistence Device Avoidance 89
CleanAir アクセス ポイント配置の推奨事項 89
CleanAir Advisor 91
CleanAir の有効化 91
ライセンス 91
ワイヤレス メッシュ モビリティ グループ 92
複数のコントローラ 92
メッシュ可用性の増加 93
複数の RAP 94
屋内メッシュと屋外メッシュの相互運用性 94

第 6 章 **Cisco メッシュ アクセス ポイントのネットワークへの接続 97**
メッシュ ネットワークへのメッシュ アクセス ポイントの追加 98
MAC フィルタへのメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスの追加 99

コントローラ フィルタ リストへのメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスの追加（GUI） 100
コントローラ フィルタ リストへのメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスの追加（CLI） 101
メッシュ アクセス ポイントのロール定義 101
MAP および RAP のコントローラへの接続に関する一般的な注意事項 101
AP ロールの設定（GUI） 102
AP ロールの設定（CLI） 103
DHCP 43 および DHCP 60 を使用した複数のコントローラの設定 103
バックアップ コントローラ 105
RADIUS サーバを使用した外部認証および認可の設定 106
RADIUS サーバの設定 106
メッシュ アクセス ポイントの外部認証の有効化（GUI） 107
メッシュ アクセス ポイントの外部認証の有効化（CLI） 109
セキュリティ統計情報の表示（CLI） 109
リリース8.2での Mesh PSK Key を使ったプロビジョニング 109
サポートされるワイヤレス メッシュのコンポーネント 110
機能の設定手順 110
メッシュ PSK GUI の設定 111
モビリティ グループのコントローラを使用したメッシュ PSK のプロビジョニング 117
PSK プロビジョニング用の CLI コマンド 118
グローバル メッシュ パラメータの設定 118
グローバル メッシュ パラメータの設定（GUI） 118
グローバル メッシュ パラメータの設定（CLI） 125
グローバル メッシュ パラメータ設定の表示（CLI） 127
リリース 8.2 の 5 GHz および 2.4 GHz のメッシュ バックホール 128
バックホール クライアント アクセス 132
バックホール クライアント アクセスの設定（GUI） 133
バックホール クライアント アクセスの設定（CLI） 134
ローカル メッシュ パラメータの設定 134
ワイヤレス バックホールのデータ レートの設定 135

イーサネット ブリッジングの設定 137
イーサネット ブリッジングの有効化（GUI） 139
ネイティブ VLAN の設定（GUI） 140
ネイティブ VLAN の設定（CLI） 140
ブリッジ グループ名の設定 141
ブリッジ グループ名の設定（CLI） 141
ブリッジ グループ名の確認（GUI） 141
出力およびチャネルの設定 142
出力およびチャネルの設定（GUI） 142
アンテナ利得の設定 142
アンテナ利得の設定（GUI） 142
アンテナ利得の設定（CLI） 143
動的チャネル割り当ての設定 143
ブリッジ モードのアクセス ポイントでの RRM の設定 146
拡張機能の設定 147
イーサネット VLAN タギングの設定 147
イーサネット ポートに関する注意 148
VLAN 登録 150
イーサネット VLAN タギングの有効化（GUI） 152
イーサネット VLAN タギングの設定（CLI） 153
イーサネット VLAN タギング設定詳細の表示（CLI） 154
ワークグループ ブリッジとメッシュ インフラストラクチャとの相互接続性 154
ワークグループ ブリッジの設定 155
設定のガイドライン 158
設定例 160
WGB アソシエーションの確認 161
リンク テストの結果 163
WGB 有線/ワイヤレス クライアント 164
クライアント ローミング 165
WGB ローミングのガイドライン 166
設定例 166

トラブルシューティングのヒント 167
屋内メッシュ ネットワークの音声パラメータの設定 168
Call Admission Control（コール アドミッション制御） 168
QoS および DiffServ コード ポイントのマーキング 169
メッシュ ネットワークでの音声使用のガイドライン 174
ビデオのメッシュ マルチキャスト抑制の有効化 176
メッシュ ネットワークの音声詳細の表示（CLI） 177
メッシュ ネットワークにおけるマルチキャストの有効化（CLI） 181
IGMP スヌーピング 182
メッシュ AP のローカルで有効な証明書 182
設定のガイドライン 183
メッシュ AP の LSC と通常の AP の LSC の違い 184
LSC AP での証明書検証プロセス 184
LSC 機能のための証明書の取得 184
ローカルで有効な証明書（CLI）の設定 186
LSC 関連のコマンド 187
コントローラ GUI セキュリティ設定 189
展開ガイドライン 190

第 7 章 ネットワークの状態の確認 191
Show Mesh コマンド 191
一般的なメッシュ ネットワークの詳細の表示 191
メッシュ アクセス ポイントの詳細の表示 193
グローバル メッシュ パラメータ設定の表示 194
ブリッジ グループ設定の表示 195
VLAN タギング設定の表示 195
DFS の詳細の表示 196
セキュリティ設定と統計情報の表示 196
GPS ステータスの表示 197
メッシュ アクセス ポイントのメッシュ統計情報の表示 198
メッシュ アクセス ポイントのメッシュ統計情報の表示（GUI） 198

メッシュ アクセス ポイントのメッシュ統計情報の表示（CLI） 203
メッシュ アクセス ポイントのネイバー統計情報の表示 204
メッシュ アクセス ポイントのネイバー統計情報の表示（GUI） 205
メッシュ アクセス ポイントのネイバー統計情報の表示（CLI） 205

第 8 章 メッシュ アクセス ポイントのトラブルシューティング 207
インストールと接続 207
debug コマンド 208
リモート デバッグ コマンド 209
AP コンソール アクセス 209
AP からのケーブル モデムのシリアル ポート アクセス 210
設定 210
メッシュ アクセス ポイント CLI コマンド 212
メッシュ アクセス ポイント デバッグ コマンド 215
メッシュ アクセス ポイントのロール定義 215
バックホール アルゴリズム 215
パッシブ ビーコン（孤立状態防止） 216
メッシュ アクセス ポイントの IP アドレスの誤った設定 218
DHCP の誤った設定 218
ノード除外アルゴリズムについて 219
スループット分析 221

第 9 章 Cisco Prime Infrastructure によるメッシュ アクセス ポイントの管理 223

はじめに

本書では、Cisco Unified Wireless Network（CUWN）のコンポーネントである Cisco Wireless Mesh Networking ソリューションを使用したセキュアな企業、キャンパス、大都市の Wi-Fi ネットワークの設計および展開のガイドラインについて説明しています。

メッシュ ネットワーキングでは、シスコ ワイヤレス LAN コントローラと共に、Cisco Aironet 1500 シリーズの屋外メッシュ アクセス ポイントおよび屋内メッシュ アクセス ポイント（Cisco Aironet 2600、2700、3500、3600、および 3700 シリーズ アクセス ポイント）、さらに Cisco Prime Infrastructure を採用してスケーラブルな集中管理および屋内外の展開のモビリティを提供しています。Control and Provisioning of Wireless Access Points（CAPWAP）プロトコルは、ネットワークへのメッシュ アクセス ポイントの接続を管理します。

メッシュ ネットワーク内のエンドツーエンドのセキュリティは、ワイヤレス メッシュ アクセス ポイントと Wi-Fi Protected Access 2（WPA2）クライアントの間で AES の暗号化を採用することでサポートされています。本書では、屋外ネットワークの設計時に考慮しなければならない無線周波数（RF）コンポーネントの概略についても説明しています。

このマニュアルで説明する機能は、次の製品に該当します。

- Cisco Aironet 1570（1572）シリーズの屋外メッシュ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1560（1562）シリーズの屋外メッシュ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1540（1542）シリーズの屋外メッシュ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1550（1552）シリーズの屋外メッシュ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1530 シリーズ屋外メッシュ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1600、2600、3600、3500、1700、2700、および 3700 シリーズの屋内メッシュ アクセス ポイント
- Cisco ワイヤレス LAN コントローラのメッシュ機能
- Cisco Prime Infrastructure のメッシュ機能

この章の内容は、次のとおりです。

- 対象読者 （xii ページ）
- マニュアルの構成 （xii ページ）

• 表記法 （xii ページ）
• 関連資料 （xv ページ）
• マニュアルの入手方法およびテクニカル サポート （xv ページ）

対象読者

このドキュメントは、メッシュ ネットワークの設計および導入、シスコのメッシュ アクセス ポイントとシスコ ワイヤレス LAN コントローラの設定および維持を行う経験豊富なネットワーク管理者向けです。

マニュアルの構成

このガイドは次の章にわかれています。

章タイトル	説明
メッシュ ネットワーク コンポーネント	この章では、メッシュ ネットワークのコンポーネントについて説明します。
メッシュ導入モード	この章では、メッシュ アクセス ポイントのさまざまな導入モードについて説明します。
デザインの考慮事項	この章では、メッシュ ネットワークに関連する設計上の考慮事項について説明します。
メッシュ導入リリース 8.4 の Air Time Fairness	この章では、メッシュ導入における Air Time Fairness について説明します。
サイトの準備と計画	この章では、実装の詳細と設定例について説明します。
Cisco 1500 シリーズ メッシュ アクセス ポイントのネットワークへの接続	この章では、ネットワークへのメッシュ アクセス ポイントの接続およびメッシュ アクセス ポイントの設定に関連する手順について説明します。
ネットワークの状態の確認	この章では、メッシュ ネットワークの状態を確認するために入力するコマンドについて説明します。
トラブルシューティング	この章では、トラブルシューティング情報について説明します。
Cisco Prime Infrastructure によるメッシュ アクセス ポイントの管理	この章では、Cisco Prime Infrastructure でのアクセス ポイント管理に関する情報について説明します。

表記法

このマニュアルでは、次の表記法を使用しています。

表記法	説明
太字	コマンド、キーワード、およびユーザが入力するテキストは**太字**で記載されます。
イタリック体	文書のタイトル、新規用語、強調する用語、およびユーザが値を指定する引数は、イタリック体で示しています。
[ ]	角カッコの中の要素は、省略可能です。
{x | y | z }	どれか1つを選択しなければならない必須キーワードは、波カッコで囲み、縦棒で区切って示しています。
[x | y | z]	どれか1つを選択できる省略可能なキーワードは、角カッコで囲み、縦棒で区切って示しています。
string	引用符を付けない一組の文字。string の前後には引用符を使用しません。引用符を使用すると、その引用符も含めて string とみなされます。
`courier` フォント	システムが表示する端末セッションおよび情報は、`courier` フォントで示しています。
<>	パスワードのように出力されない文字は、山カッコで囲んで示しています。
[]	システム プロンプトに対するデフォルトの応答は、角カッコで囲んで示しています。
!、#	コードの先頭に感嘆符（!）またはポンド記号（#）がある場合には、コメント行であることを示します。

（注） 「注釈」です。

ヒント 「問題解決に役立つ情報」です。

注意 「要注意」の意味です。機器の損傷またはデータ損失を予防するための注意事項が記述されています。

警告 「危険」の意味です。人身事故を予防するための注意事項が記述されています。装置の取り扱い作業を行うときは、電気回路の危険性に注意し、一般的な事故防止対策に留意してください。（このマニュアルに記載されている警告の翻訳を参照するには、付録の「翻訳版の安全上の警告」を参照してください）。

警告タイトル	説明
Waarschuwing	Dit waarschuwingssymbool betekent gevaar.U verkeert in een situatie die lichamelijk letsel kan veroorzaken.Voordat u aan enige apparatuur gaat werken, dient u zich bewust te zijn van de bij elektrische schakelingen betrokken risico's en dient u op de hoogte te zijn van standaard maatregelen om ongelukken te voorkomen.(Voor vertalingen van de waarschuwingen die in deze publicatie verschijnen, kunt u het aanhangsel "Translated Safety Warnings" (Vertalingen van veiligheidsvoorschriften) raadplegen.)
Varoitus	Tämä varoitusmerkki merkitsee vaaraa.Olet tilanteessa, joka voi johtaa ruumiinvammaan.Ennen kuin työskentelet minkään laitteiston parissa, ota selvää sähkökytkentöihin liittyvistä vaaroista ja tavanomaisista onnettomuuksien ehkäisykeinoista.(Tässä julkaisussa esiintyvien varoitusten käännökset löydät liitteestä "Translated Safety Warnings" (käännetyt turvallisuutta koskevat varoitukset).)
Attention	Ce symbole d'avertissement indique un danger.Vous vous trouvez dans une situation pouvant entraîner des blessures.Avant d'accéder à cet équipement, soyez conscient des dangers posés par les circuits électriques et familiarisez-vous avec les procédures courantes de prévention des accidents.Pour obtenir les traductions des mises en garde figurant dans cette publication, veuillez consulter l'annexe intitulée « Translated Safety Warnings » (Traduction des avis de sécurité).
Warnung	Dieses Warnsymbol bedeutet Gefahr.Sie befinden sich in einer Situation, die zu einer Körperverletzung führen könnte.Bevor Sie mit der Arbeit an irgendeinem Gerät beginnen, seien Sie sich der mit elektrischen Stromkreisen verbundenen Gefahren und der Standardpraktiken zur Vermeidung von Unfällen bewußt.(Übersetzungen der in dieser Veröffentlichung enthaltenen Warnhinweise finden Sie im Anhang mit dem Titel "Translated Safety Warnings" (Übersetzung der Warnhinweise).)
Avvertenza	Questo simbolo di avvertenza indica un pericolo.Si è in una situazione che può causare infortuni.Prima di lavorare su qualsiasi apparecchiatura, occorre conoscere i pericoli relativi ai circuiti elettrici ed essere al corrente delle pratiche standard per la prevenzione di incidenti.La traduzione delle avvertenze riportate in questa pubblicazione si trova nell'appendice, "Translated Safety Warnings" (Traduzione delle avvertenze di sicurezza).
Advarsel	Dette varselsymbolet betyr fare.Du befinner deg i en situasjon som kan føre til personskade.Før du utfører arbeid på utstyr, må du være oppmerksom på de faremomentene som elektriske kretser innebærer, samt gjøre deg kjent med vanlig praksis når det gjelder å unngå ulykker.(Hvis du vil se oversettelser av de advarslene som finnes i denne publikasjonen, kan du se i vedlegget "Translated Safety Warnings" [Oversatte sikkerhetsadvarsler].)
Aviso	Este símbolo de aviso indica perigo.Encontra-se numa situação que lhe poderá causar danos fisicos.Antes de começar a trabalhar com qualquer equipamento, familiarize-se com os perigos relacionados com circuitos eléctricos, e com quaisquer práticas comuns que possam prevenir possíveis acidentes.(Para ver as traduções dos avisos que constam desta publicação, consulte o apêndice "Translated Safety Warnings" - "Traduções dos Avisos de Segurança").

警告タイトル	説明
¡Advertencia!	Este símbolo de aviso significa peligro.Existe riesgo para su integridad física.Antes de manipular cualquier equipo, considerar los riesgos que entraña la corriente eléctrica y familiarizarse con los procedimientos estándar de prevención de accidentes.(Para ver traducciones de las advertencias que aparecen en esta publicación, consultar el apéndice titulado "Translated Safety Warnings.")
Varning	Denna varningssymbol signalerar fara.Du befinner dig i en situation som kan leda till personskada.Innan du utför arbete på någon utrustning måste du vara medveten om farorna med elkretsar och känna till vanligt förfarande för att förebygga skador.(Se förklaringar av de varningar som förekommer i denna publikation i appendix "Translated Safety Warnings" [Översatta säkerhetsvarningar].)

関連資料

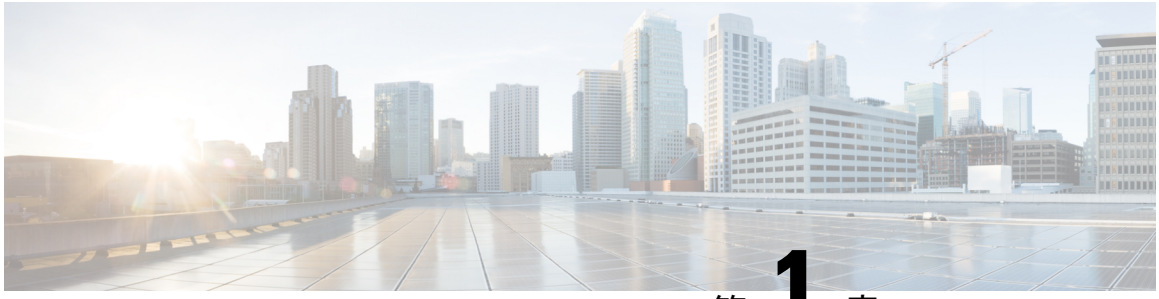
Cisco Unified Wireless Network ソリューションについては、併せて次のマニュアルも参照してください。

- *Cisco Wireless LAN Controller Configuration Guide*
- *Cisco Wireless LAN Controller Command Reference*
- *Cisco Prime Infrastructure Configuration Guide*
- *Release Notes for Cisco Wireless LAN Controllers and Lightweight Access Points*

マニュアルの入手方法およびテクニカル サポート

マニュアルの入手方法、テクニカルサポート、その他の有用な情報について、毎月更新される『*What's New in Cisco Product Documentation*』を参照してください。シスコの新規および改訂版の技術マニュアルの一覧も示されています。

『*What's New in Cisco Product Documentation*』はRSS フィードとして購読できます。また、リーダーアプリケーションを使用してコンテンツがデスクトップに直接配信されるように設定することもできます。RSS フィードは無料のサービスです。シスコは現在、RSS バージョン 2.0 をサポートしています。



第 1 章

メッシュ ネットワーク コンポーネント

この章では、メッシュ ネットワーク コンポーネントについて説明します。

Cisco ワイヤレス メッシュ ネットワークには、次の 4 つのコア コンポーネントがあります。

- Cisco Aironet シリーズ アクセス ポイント

（注） Cisco Aironet 1520 シリーズのメッシュ アクセス ポイントは、生産終了のためサポートされていません。

- シスコ ワイヤレス LAN コントローラ（以下、**コントローラ**）
- Cisco Prime Infrastructure
- メッシュ ソフトウェア アーキテクチャ

この章の内容は、次のとおりです。

- メッシュ アクセス ポイント （1 ページ）
- Cisco ワイヤレス LAN コントローラ （11 ページ）
- Cisco Prime Infrastructure （11 ページ）
- アーキテクチャ （12 ページ）

メッシュ アクセス ポイント

5508、3504、5520、および 8540 シリーズ Cisco コントローラにおけるメッシュ アクセス ポイントのライセンス

Cisco 3504、5500 および 8500 シリーズ コントローラでメッシュ アクセス ポイントと非メッシュ アクセス ポイントの両方を使用する場合、7.0 リリース以降では、必要なライセンスが base ライセンスだけになりました。ライセンスの取得とインストールの詳細については、

http://www.cisco.com/en/US/products/ps10315/products_installation_and_configuration_guides_list.html の『*Cisco Wireless LAN Controller Configuration Guide*』を参照してください。

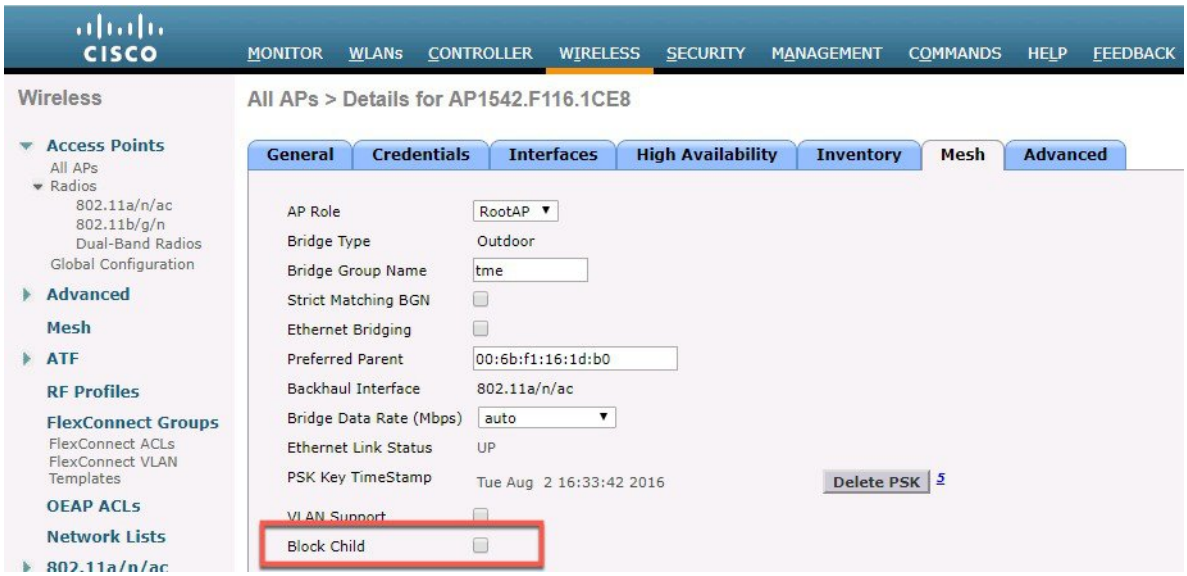
アクセス ポイントのロール

メッシュ ネットワーク内のアクセス ポイントは、次の 2 つの方法のいずれかで動作します。

1. ルート アクセス ポイント（RAP）
2. メッシュ アクセス ポイント（MAP）
3. メッシュ リーフ ノード

リリース 8.6 で追加されたメッシュ リーフ ノード モード

ワイヤレス バックホールのパフォーマンスの低下を避けるために、低パフォーマンスの IOS ベースのメッシュ AP はリーフ ノード、つまり基本的にはツリーの最後のノードとしてのみ動作するように設定できるようになりました。



（注） すべてのアクセス ポイントは、メッシュ アクセス ポイントとして設定され、出荷されます。アクセス ポイントをルート アクセス ポイントとして使用するには、メッシュ アクセス ポイントをルート アクセス ポイントに再設定する必要があります。すべてのメッシュ ネットワークで、少なくとも 1 つのルート アクセス ポイントがあることを確認します。

RAP はコントローラへ有線で接続されますが、MAP はコントローラへ無線で接続されます。

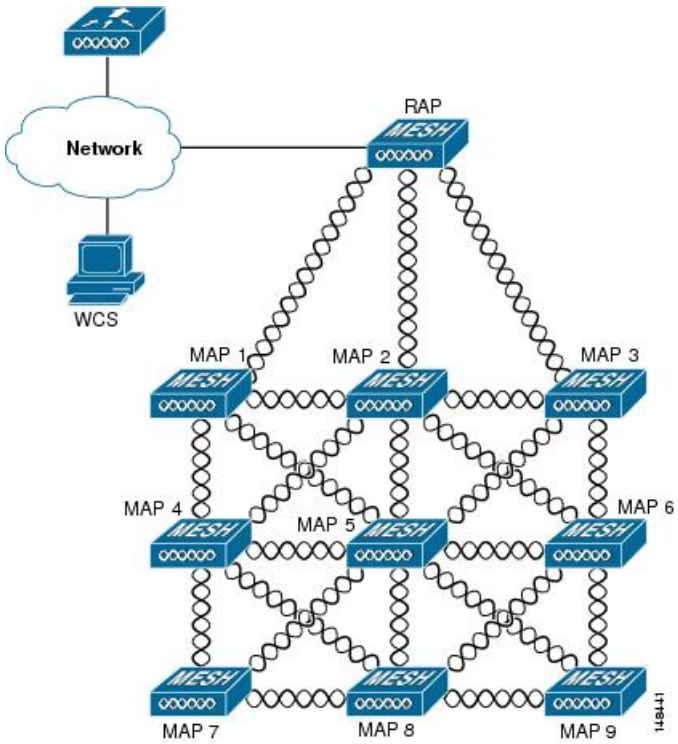
MAP は MAP 間および RAP への通信に 802.11a/n ワイヤレス バックホールを使用して無線接続を行います。MAP では Cisco Adaptive Wireless Path Protocol（AWPP）を使用して、他のメッシュ アクセス ポイントを介したコントローラへの最適なパスを決定します。

ブリッジ モードのアクセス ポイントでは、5 GHz 周波数のメッシュ バックホールの CleanAir をサポートし、干渉デバイス レポート（IDR）と電波品質の指標（AQI）レポートのみを作成します。

（注） RAP または MAP はブリッジプロトコルデータユニット（BPDU）自体を生成しません。ネットワーク全体で接続された有線/無線インターフェイスから BPDU を受信するとアップストリーム デバイスに BPDU を転送します。

図 *1:* 単純なメッシュ ネットワーク階層

この図は、メッシュ ネットワーク内の RAP と MAP の間にある関係を示しています。



ネットワークアクセス

ワイヤレス メッシュ ネットワークでは、異なる 2 つのトラフィック タイプを同時に伝送できます。伝送できるトラフィック タイプは次のとおりです。

- 無線 LAN クライアント トラフィック
- MAP イーサネット ポート トラフィック

無線 LAN クライアント トラフィックはコントローラで終端し、イーサネット トラフィックはメッシュ アクセス ポイントのイーサネット ポートで終端します。

メッシュ アクセス ポイントによる無線 LAN メッシュへのアクセスは次の認証方式で管理されます。

- MAC 認証：メッシュ アクセス ポイントが参照可能データベースに追加され、特定のコントローラおよびメッシュ ネットワークに確実にアクセスできるようにします。
- 外部 RADIUS 認証：メッシュ アクセス ポイントは、証明書付きの EAP-FAST のクライアント認証タイプおよび WLC 上で WPA2/PSK をサポートする Cisco ACS（4.1 以上）や ISE などの RADIUS サーバを使用して、外部から認証できます。

ネットワーク セグメンテーション

メッシュ アクセス ポイント用のワイヤレス LAN メッシュ ネットワークへのメンバーシップは、ブリッジ グループ名（BGN）によって制御されます。メッシュ アクセス ポイントは、類似のブリッジ グループに配置して、メンバーシップを管理したり、ネットワーク セグメンテーションを提供したりすることができます。

Cisco 屋内メッシュ アクセス ポイント

このリリースでサポートされているアクセス ポイント プラットフォームは以下のとおりです。

- Cisco Aironet 1600 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1700 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 2600 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 2700 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 3500 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 3600 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 3700 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1530 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1540 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1550 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1560 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Aironet 1570 シリーズ アクセス ポイント
- Cisco Industrial Wireless 3700 シリーズ アクセス ポイント

（注） 8.5 リリースでは次の AP がサポートされます。

（注） アクセス ポイントのコントローラ ソフトウェアのサポートの詳細については、『*Cisco Wireless Solutions Software Compatibility Matrix*』を参照してください。URL は次のとおりです。http://www.cisco.com/en/US/docs/wireless/controller/5500/tech_notes/Wireless_Software_Compatibility_Matrix.html

エンタープライズ 11n/ac メッシュは、802.11n/ac アクセス ポイントで動作するために CUWN 機能に追加される拡張機能です。エンタープライズ 11ac メッシュ機能は 802.11ac 以外のメッシュと互換性がありますが、バックホールとクライアントのアクセス速度が向上します。802.11ac 屋内アクセス ポイントは、特定の屋内展開用のデュアル チャネル Wi-Fi インフラ デバイスです。一方の無線をアクセス ポイントのローカル（クライアント）アクセスに使用でき、もう一方の無線をワイヤレス バックホールに対して設定できます。ユニバーサル バックホール アクセスが有効な場合、リリース 8.2 の 5 GHz および 2.4 GHz 帯はローカル（クライアント）アクセスとバックホールのいずれにも使用できます。エンタープライズ 11ac メッシュは、P2P、P2MP、およびアーキテクチャのメッシュ タイプをサポートします。

屋内アクセス ポイントをブリッジ モードに直接設定して、これらのアクセス ポイントをメッシュ アクセス ポイントとして直接使用できます。これらのアクセス ポイントがローカル モード（非メッシュ）である場合は、これらのアクセス ポイントをコントローラに接続し、AP モードをブリッジモード（メッシュ）に変更する必要があります。このシナリオは、特に、展開されるアクセス ポイント台数が多く、アクセス ポイントが従来の非メッシュ ワイヤレス カバレッジに対してローカル モードですでに展開されている場合に、煩雑になります。

Cisco 屋内メッシュ アクセス ポイントでは、次の 2 つの無線が同時に動作します。

- リリース 8.2 以降では、データ バックホールとクライアント アクセスに 2.4 GHz 帯を使用（UBA が有効な場合）
- データ バックホールおよびクライアント アクセスに 5 GHz 帯を使用（ユニバーサル バックホール アクセスが有効な場合）

5 GHz の無線は、5.15 GHz、5.25 GHz、5.47 GHz、および 5.8 GHz の周波数帯をサポートします。

Cisco 屋外メッシュ アクセス ポイント

Cisco 屋外メッシュ アクセス ポイントは、Cisco Aironet 1500 シリーズ アクセス ポイントから構成されます。1500 シリーズには、1572 11ac 屋外アクセス ポイント、1552 および 1532 11n 屋外メッシュ アクセス ポイント、そして新しい 1540 および 1560 11ac Wave 2 シリーズ が含まれます。

Cisco 1500 シリーズ メッシュ アクセス ポイントは、ワイヤレス メッシュ展開の中核的なコンポーネントです。AP1500 は、コントローラ（GUI および CLI）と Cisco Prime Infrastructure の両方により設定されます。屋外メッシュ アクセス ポイント（MAP および RAP）間の通信は、802.11a/n/ac ワイヤレス バックホールを介します。クライアント トラフィックは、一般に 802.11b/g/n 規格を介して送信されます（802.11a/n/ac も、クライアント トラフィックを受け入れるように設定できます）。

メッシュ アクセス ポイントは、有線ネットワークに直接接続されていない他のアクセス ポイントの中継ノードとしても動作します。インテリジェントな無線ルーティングは Adaptive Wireless Path Protocol（AWPP）によって提供されます。このシスコのプロトコルを使用することで、各メッシュ アクセス ポイントはネイバー アクセス ポイントを識別し、パスごとに信号の強度とコントローラへのアクセスに必要なホップ カウントについてコストを計算して、有線ネットワークまでの最適なパスをインテリジェントに選択できるようになります。

アップリンク サポートには、ギガビット イーサネット（1000BASE-T）と、ファイバまたはケーブル モデム インターフェイスに接続できる小型フォーム ファクタ（SFP）スロットが含まれます。1000BASE-BX までのシングルモード SFP とマルチモード SFP の両方がサポートされます。メッシュ アクセス ポイントのタイプに基づき、ケーブル モデムは DOCSIS 2.0 または DOCSIS/EuroDOCSIS 3.0 になります。

AP1550 は、厳しい環境向けハードウェア格納ラックに設置します。危険場所対応の AP1500 は、Class I、Division 2、Zone 2 の危険場所での安全基準を満たしています。

メッシュ アクセス ポイントは、メッシュ モード以外では、以下のモードで動作できます。

- ローカル モード：このモードでは、AP は割り当てられたチャネル上のクライアントを処理できます。180 秒周期で周波数帯上のすべてのチャネルをモニタ中にも、クライアントの処理が可能です。この間に、AP は 50 ミリ秒周期で各チャネルをリッスンし、不正なクライアントのビーコン、ノイズ フロアの測定値、干渉、および IDS イベントを検出します。また AP は、チャネル上の CleanAir 干渉もスキャンします。
- FlexConnect モード：FlexConnect は、ブランチ オフィスとリモート オフィスに導入されるワイヤレス ソリューションです。FlexConnect モードを使用すると、各オフィスにコントローラを展開しなくても、会社のオフィスから WAN リンクを介して支社や離れた場所にあるオフィスのアクセス ポイントを設定および制御できます。コントローラとの接続が失われたときは、FlexConnect AP でクライアント データ トラフィックをローカルでスイッチして、クライアント認証をローカルで実行することができます。コントローラに接続されている場合、FlexConnect モードではコントローラにトラフィックをトンネリングで戻すこともできます。
- Flex+Bridge モード：このモードでは、FlexConnect とブリッジ モードの設定オプションの両方をアクセス ポイントで使用できます。
- モニタ モード：このモードでは、AP 無線は受信状態にあります。AP は、12 秒ごとにすべてのチャネルをスキャンし、不正なクライアントのビーコン、ノイズフロアの測定値、干渉、IDS イベント、および CleanAir 侵入者を検出します。
- Rogue Detector モード：このモードでは、AP 無線がオフになり、AP は有線トラフィックのみをリッスンします。コントローラは Rogue Detector として設定されている AP に、疑わしい不正クライアントおよび AP の MAC アドレスのリストを渡します。Rogue Detector は ARP パケットを監視します。Rogue Detector はトランク リンクを介して、すべてのブロードキャスト ドメインに接続できます。
- スニファ モード：AP はチャネル上のすべてのパケットをキャプチャし、Wireshark などのパケット アナライザ ソフトウェアを使用してパケットを復号するリモート デバイスに転送します。

- ブリッジモード：このモードでは、有線ネットワークのケーブル接続が利用できないワイヤレス メッシュ ネットワークを作成するために、AP が設定されます。

（注） GUI および CLI の両方を使用してこれらのモードを設定できます。手順については、『*Cisco Wireless LAN Controller Configuration Guide*』を参照してください。

（注） MAP は、有線/無線バックホールに関係なく、ブリッジ/Flex+Bridge モードでだけ設定できます。有線バックホールを持つ MAP の場合は、AP モードを変更する前に、AP ロールを RAP に変更する必要があります。

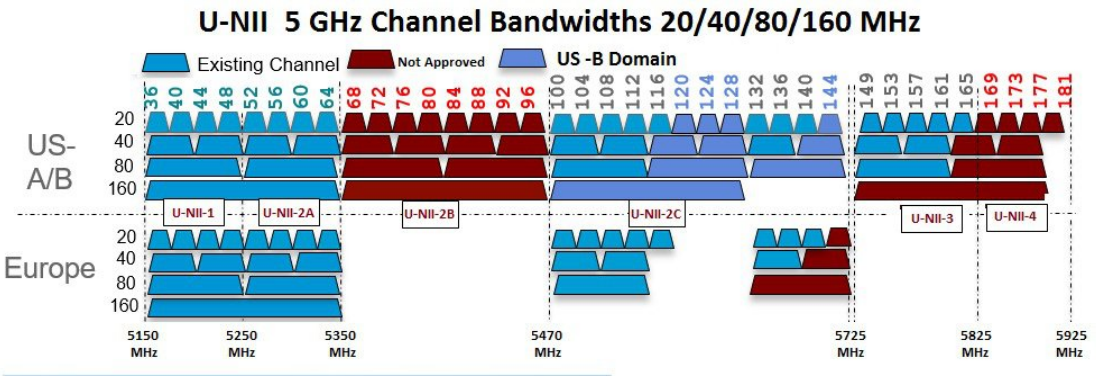
（注） 屋外メッシュ AP のすべてのモデルの詳細と仕様については、以下のリンクを参照してください。

- https://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/outdoor-wireless/index.html?stickynav=1

周波数帯

2.4 GHz および 5 GHz の両方の周波数帯が屋内および屋外アクセス ポイントでサポートされます。

図 *2 : AP1500 の 802.11a* 無線でサポートされる周波数帯



米国 FCC

U-NII-1

屋内と屋外の利用可能周波数に追加

アンテナが 6 dBi の場合、最大電力は 30 dBm に増加 (1 ワット)

利得が 6 dBi を超えるすべての dB アンテナでは、電力を 1 dB 削減

屋外使用の場合、上方 30 度を超える方向での EIRP 電力は 125 mW (20.9 dBm) に制限

U-NII-2A と U-NII2C

Dynamic Frequency Selection（DFS）レーダー検出が必須

新しい DFS テスト要件では、Terminal Doppler Weather Radar（TWDR）周波数帯（チャネル 120、124、128）が使用可能周波数帯に追加

U-NII-3

周波数帯が 5825 MHz から 5850 MHz に拡張

欧州

U-NII-1

最大 23 dBm、屋外使用不可

U-NII-2A

最大 23 dBm、屋外使用不可

U-NII-2C

最大 30 dBm

U-NII-3

23 dBm で英国でのみ利用可能、屋内専用

Dynamic Frequency Selection（動的周波数選択）

以前は、レーダーを搭載するデバイスは、他の競合サービスがなく周波数サブバンドで動作していました。しかし、規制当局の管理により、これらの周波数帯をワイヤレス メッシュ LAN（IEEE 802.11）などの新しいサービスに開放して共有できるようにしようとしています。

既存のレーダーサービスを保護するため、規制当局は、新規に開放された周波数サブバンドを共有する必要のあるデバイスに対して、動的周波数選択（DFS）プロトコルに従って動作することを求めています。DFS では、無線デバイスがレーダー信号の存在を検出できる機能の採用を義務付けています。AP でレーダー信号が検出されると、最低 30 分間は伝送を停止して、レーダー信号を保護する必要があります。その後、AP は伝送のため別のチャネルを選択しますが、伝送前にこのチャネルをモニタリングする必要があります。使用する予定のチャネルで少なくとも 1 分間レーダーが検出されなかった場合には、新しい無線サービス デバイスはそのチャネルで伝送を開始できます。

AP は新たな DFS チャネルで、DFS スキャンを 60 秒間実行します。ただし、この新規 DFS チャネルが隣接 AP ですでに使用されている場合、AP は DFS スキャンを実行しません。

無線がレーダー信号を検出して識別するプロセスは複雑なタスクであり、ときどきは誤った検出が起こります。誤った検出の原因には、RF 環境の不確実性や、実際のオンチャネル レーダーを確実に検出するためのアクセス ポイントの機能など、非常に多くの要因が考えられます。

802.11h 規格では、DFS および Transmit Power Control（TPC）について、5 GHz 帯に関連するものと指定しています。DFS を使用してレーダーの干渉を回避し、TPC を使用して Satellite Feeder Link の干渉を回避します。

図 *3 : DFS* および *TPC* 周波数帯の要件

アンテナ

概要

アンテナは、すべてのワイヤレス ネットワークの設置に重要なコンポーネントです。アンテナには次の 2 つの大きな種類があります。

- 指向性
- 全方向性

アンテナの種類それぞれには特定の用途があり、特定の設置タイプのときに最大に効果を発揮します。アンテナは、アンテナの設計によって決まる、ローブのあるカバレッジ エリアに RF 信号を配信するため、カバレッジが成功するかどうかは、アンテナの選択に非常に依存します。

アンテナによって、メッシュ アクセス ポイントに、ゲイン、指向性、偏波の 3 つの基本的な特性が与えられます。

- ゲイン：電力の増加の度合いを表します。ゲインは、アンテナが RF 信号に追加するエネルギーの増加量です。
- 指向性：伝送パターンの形状を表します。アンテナのゲインが増加すると、カバレッジエリアは減少します。カバレッジエリアや放射パターンは、度数で測ります。これらの角度は度数で測定され、ビーム幅と呼ばれます。

（注） ビーム幅は、空間の特定の方向に向けて無線信号エネルギーを集中させるアンテナの能力の大きさとして定義されます。ビーム幅は通常、HB（水平ビーム幅）の度数で表現されます。通常、最も重要なビーム幅は VB（垂直ビーム幅）（上下）放射パターンで表現されます。アンテナのプロットまたはパターンを見るとき、角度は通常、メイン ローブの最大効果放射電力を基準とした場合の、メイン ローブの半電波強度（3 dB）ポイントで測定されます。

（注） 8 dBi アンテナは 360 度の水平ビーム幅で伝送するため、電波は全方位に電力を分散します。それにより、8 dBi アンテナからの電波は、ビーム幅がこれより狭い（360 度より小さい）14 dBi パッチ アンテナ（またはサードパーティのディッシュ アンテナ）から送信された電波ほど遠くまではほとんど届きません。

- 偏波：空間を通る電磁波の電界の方向。アンテナは、水平方向または垂直方向のいずれかに偏向される可能性がありますが、他の種類の偏波が可能です。1 つのリンク内にあるアンテナは、それ以上無用な信号損失を避けるため、両方が同じ偏波を持つ必要があります。性能を向上させるため、アンテナを時々回転させると、偏波を変更し干渉を減少できます。RF 波を送信してコンクリートの谷間を下らせるときには垂直方向の偏波が、広範囲に伝搬させるときには水平方向の偏波の方が適しています。偏波は、RF エネルギーを隣接ストラクチャのレベルにまで減らすのが重要であるときに、RF Bleed-over を最適化するのにも利用できます。ほとんどの全方向性アンテナは、デフォルトとして垂直偏波を設定して出荷されています。

アンテナ オプション

幅広いアンテナが提供されており、どのような地形や建物でもメッシュ アクセス ポイントを展開できます。サポートされるアンテナのリストについては、該当するアクセスポイント データシートまたは発注ガイドを参照してください。

シスコのアンテナおよびアクセサリについては、次の URL にある『*Cisco Aironet Antenna and Accessories Reference Guide*』を参照してください。 http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps7183/ps469/product_data_sheet09186a008008883b.html

配置および設計、制限事項および機能、さらにアンテナの基礎理論や取り付け手順、規制に関する情報、技術仕様についても記載されています。http://wwwin.cisco.com/c/cec/prods-industry/selling-en/products/wireless/ap/aironet-acc.html

クライアント アクセス認定アンテナ（サードパーティ製アンテナ）

AP1500 は、サードパーティ製のアンテナと一緒に使用できます。ただし、次のことに注意してください。

- シスコは、未認定のアンテナやケーブルの品質、性能、信頼性についての情報を追跡したり保持したりしません。
- RF 接続性および準拠性については、お客様の責任で確認してください。
- 準拠性を保証するのは、シスコ製のアンテナもしくは、シスコ製のアンテナと同一の設計およびゲインのアンテナの場合だけです。
- シスコ社以外のアンテナおよびケーブルについて、Cisco Technical Assistance Center（TAC）にトレーニングやカスタマー履歴の情報はありません。

Cisco ワイヤレス LAN コントローラ

ワイヤレス メッシュ ソリューションは、Cisco 2500、3500、5508、5520、WiSM–2 、および 8500 シリーズ ワイヤレス LAN コントローラでサポートされます。

Cisco 2500、3500、5500、および 8500 シリーズ Wireless LAN Controller の詳細については、http://www.cisco.com/en/US/products/ps6302/Products_Sub_Category_Home.html を参照してください。

Cisco Prime Infrastructure

Cisco Prime Infrastructure は、ワイヤレス メッシュを視覚的に計画、設定、管理できるプラットフォームです。Prime Infrastructure を使用することで、ネットワーク管理者は、ワイヤレス メッシュ ネットワークの設計、コントロール、モニタリングを一元的に行えます。

Prime Infrastructure はネットワーク管理者に、RF 予測、ポリシー プロビジョニング、ネットワーク最適化、トラブルシューティング、ユーザ トラッキング、セキュリティ モニタリング、およびワイヤレス LAN システム管理のソリューションを提供します。グラフィカル インターフェイスを使用したワイヤレス LAN の配置と操作は、簡単で費用効果が高いです。詳細なトレンド分析および分析レポートを提供できる Prime Infrastructure は、ネットワーク運用に不可欠です。

Prime Infrastructure は、組み込みデータベースと共に、サーバ プラットフォームで実行されます。これにより、何百ものコントローラや何千もの Cisco メッシュ アクセス ポイントを管理できるスケーラビリティが提供されます。コントローラは、Prime Infrastructure と同じ LAN 上、別のルーティングされるサブネット上、または広域接続全体にわたって配置できます。

アーキテクチャ

Control and Provisioning of Wireless Access Points

Control And Provisioning of Wireless Access Points（CAPWAP）は、ネットワークのアクセス ポイント（メッシュおよび非メッシュ）を管理するためにコントローラが使用するプロビジョニングと制御プロトコルです。

メッシュ ネットワークの CAPWAP ディスカバリ

メッシュ ネットワークの CAPWAP ディスカバリ プロセスは次のとおりです。

1. CAPWAPディスカバリの開始の前に、メッシュアクセスポイントがリンクを確立します。その一方で非メッシュ アクセス ポイントは、このメッシュ アクセス ポイント用の静的 IP（存在する場合）を使用して CAPWAP ディスカバリを開始します。
2. メッシュ アクセス ポイントは、レイヤ 3 ネットワークのメッシュ アクセス ポイントの静的 IP を使用して CAPWAP ディスカバリを開始するか、割り当てられたプライマリ、セカンダリ、ターシャリのコントローラ用のネットワークを探します。接続するまで最大 10 回試行されます。

（注） メッシュ アクセス ポイントは、セットアップ中に、そのアクセス ポイントで設定されている（準備のできている）コントローラのリストを探します。

3. 手順 2 が 10 回の試行の後に失敗した場合、メッシュ アクセス ポイントは DHCP にフォール バックし、接続を 10 回試行します。
4. 手順 2 と 3 の両方が失敗した場合、コントローラへの CAPWAP 接続が成功しません。
5. 手順 2、3、4 の試行後にディスカバリがなかった場合、メッシュ アクセス ポイントは次のリンクを試みます。

ダイナミック MTU 検出

ネットワークで MTU が変更された場合、アクセス ポイントは、新しい MTU の値を検出し、それをコントローラに転送して、新しい MTU に調整できるようにします。新しい MTU でアクセス ポイントとコントローラの両方がセットされると、それらのパス内にあるすべてのデータは、新しい MTU にフラグメントされます。変更されるまで、その新しい MTU のサイズが使用されます。スイッチおよびルータでのデフォルトの MTU は、1500 バイトです。

Adaptive Wireless Path Protocol

Adaptive Wireless Path Protocol（AWPP）は、ワイヤレス メッシュ ネットワーキング用に設計されたもので、これを使用すると、配置が容易になり、コンバージェンスが高速になり、リソースの消費が最小限に抑えられます。

AWPP は、クライアント トラフィックがコントローラにトンネルされているために AWPP プロセスから見えないという CAPWAP WLAN の特性を利用します。また、CAPWAP WLAN ソリューションの拡張無線管理機能はワイヤレス メッシュ ネットワークに利用できるため、AWPP に組み込む必要はありません。

AWPP を使用すると、リモート アクセス ポイントは、RAP のブリッジ グループ（BGN）の一部である各 MAP 用の RAP に戻る最適なパスを動的に検出できます。従来のルーティング プロトコルとは異なり、AWPP は RF の詳細を考慮に入れています。

ルートを最適化するため、MAP はネイバー MAP に対してアクティブに送信要求します。要請メッセージのやり取りの際に、MAP は RAP への接続に使用可能なネイバーをすべて学習し、最適なパスを提供するネイバーを決定して、そのネイバーと同期します。AWPP では、リンクの品質とホップ数に基づいてパスが決定されます。

AWPP は、パスごとに信号の強度とホップ カウントについてコストを計算して、CAPWAP コントローラへ戻る最適なパスを自動で判別します。パスが確立されると、AWPP は継続的に条件をモニタし、条件の変化に応じてルートを変更します。また、AWPP は、条件情報を知らせる平準化機能を実行して、RF 環境の一過性の性質に、ネットワークの安定性が影響を受けないようにします。

トラフィック フロー

ワイヤレス メッシュ内のトラフィック フローは、次の 3 つのコンポーネントに分けられます。

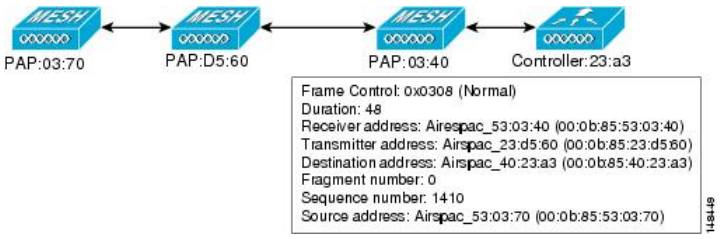
1. オーバーレイ CAPWAP トラフィック：標準の CAPWAP アクセス ポイントの配置内のフローで、CAPWAP アクセス ポイントと CAPWAP コントローラの間の CAPWAP トラフィックのことです。
2. ワイヤレス メッシュ データ フレーム フロー
3. AWPP 交換

CAPWAP モデルはよく知られており、AWPP は専用プロトコルのため、ワイヤレス メッシュ データ フローについてだけ説明します。ワイヤレス メッシュ データ フローのキーは、メッシュ アクセス ポイント間で送信される 802.11 フレームのアドレス フィールドです。

802.11 データ フレームは、レシーバ、トランスミッタ、送信先、発信元の 4 つまでのアドレス フィールドを使用できます。WLAN クライアントから AP までの標準フレームでは、トランスミッタ アドレスと発信元アドレスが同じため、これらのアドレス フィールドのうち 3 つしか使用されません。しかし、WLAN ブリッジング ネットワークでは、フレームが、トランスミッタの背後にあるデバイスによって生成された可能性があるため、フレームの発信元がフレームのトランスミッタであるとは限らず、4 つのすべてのアドレス フィールドが使用されます。

図 4 : ワイヤレス メッシュ フレーム （14 ページ） は、このタイプのフレーム構成の例を示しています。フレームの発信元アドレスはMAP:03:70、このフレームの送信先アドレスはコントローラ（メッシュ ネットワークはレイヤ 2 モードで動作しています）、トランスミッタ アドレスは MAP:D5:60、レシーバ アドレスは RAP:03:40 です。

図 *4:* ワイヤレス メッシュ フレーム

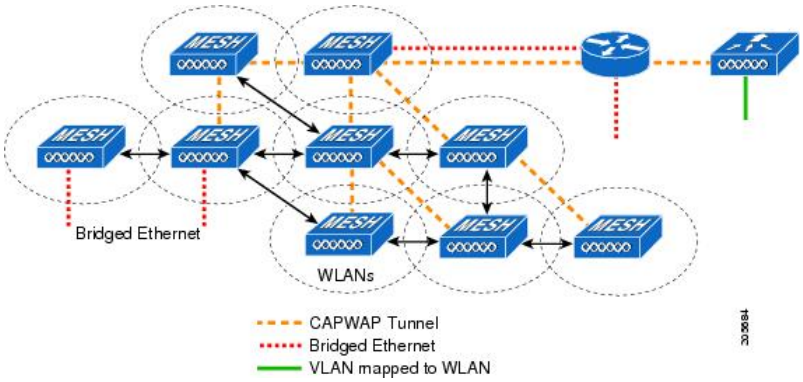


このフレームの送信により、トランスミッタとレシーバのアドレスは、ホップごとに変わります。各ホップでレシーバ アドレスを判別するために AWPP が使用されます。トランスミッタ アドレスは、現在のメッシュ アクセス ポイントのアドレスです。パス全体を通して、発信元アドレスと送信先アドレスは同一です。

RAP のコントローラ接続がレイヤ 3 の場合、MAP はすでに CAPWAP を IP パケット内にカプセル化してコントローラに送信済みのため、そのフレームの送信先アドレスはデフォルト ゲートウェイ MAC アドレスになり、ARP を使用する標準の IP 動作を使用してデフォルト ゲートウェイの MAC アドレスを検出します。

メッシュ内の各メッシュ アクセス ポイントは、コントローラと共に、CAPWAP セッションを形成します。WLAN トラフィックは CAPWAP 内にカプセル化されるため、コントローラ上の VLAN インターフェイスにマップされます。ブリッジされたイーサネット トラフィックは、メッシュ ネットワーク上の各イーサネット インターフェイスから渡される可能性があり、コントローラのインターフェイスにマップされる必要はありません（図 5 : 論理ブリッジと WLAN マッピング （14 ページ） を参照）。

図 *5:* 論理ブリッジと *WLAN* マッピング

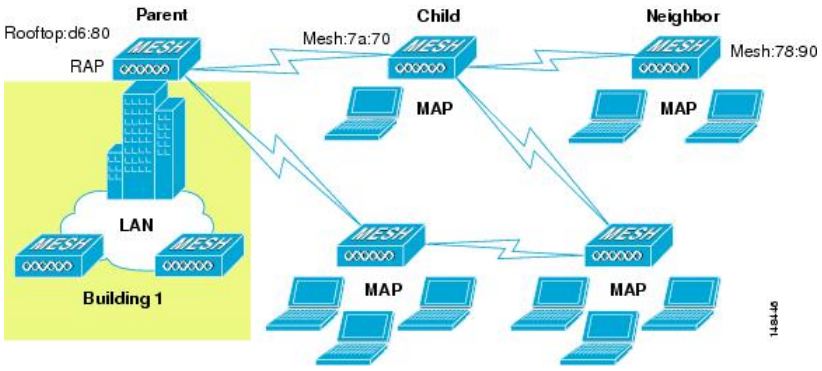


メッシュ ネイバー、親、および子

メッシュ アクセス ポイント間の関係は、親、子、ネイバーです（図 6 : 親、子、およびネイバー アクセス ポイント （15 ページ） を参照）。

- 親アクセス ポイントは、容易度の値（ease value）に基づいて RAP への最適なルートを提供します。親は RAP 自身または別の MAP のいずれかです。
  - 容易度の値（ease value）は各ネイバーの SNR およびリンク ホップ値を用いて計算されます。複数の選択肢がある場合、通常は ease value の高いアクセス ポイントが選択されます。
- 子アクセス ポイントは、RAP に戻る最適なルートとして親アクセス ポイントを選択します。
- ネイバー アクセス ポイントは、他のアクセス ポイントの RF 範囲内にありますが、その容易度の値（ease value）は親よりも低いため、親や子としては選択されません。

図 *6*：親、子、およびネイバー アクセス ポイント



最適な親を選択するための基準

AWPP は、次のプロセスに従って、無線バックホールを使用して RAP または MAP 用に親を選択します。

- *scan* ステートでは、パッシブ スキャニングによって、ネイバーのチャネルのリストが生成され、それが、すべてのバックホール チャネルのサブセットになります。
- *seek* ステートでは、アクティブ スキャニングによって、ネイバーのチャネルが探され、バックホール チャネルは最適なネイバーのチャネルに変更されます。
- *seek* ステートでは、親は最適なネイバーとしてセットされ、親子のハンドシェイクが完了します。
- *maintain* ステートでは、親の維持と最適化が実行されます。

このアルゴリズムは、起動時、および親が消失して他に親になりそうなものがない場合に実行され、通常は、CAPWAP ネットワークとコントローラのディスカバリが続けて実行されます。すべてのネイバー プロトコル フレームは、チャネル情報を運びます。

親の維持は、特定の NEIGHBOR_REQUEST を親に送信している子ノードおよび NEIGHBOR_RESPONSE で応答している親によって実行されます。

親の最適化と更新は、親が存在しているチャネル上で NEIGHBOR_REQUEST ブロードキャストを送信している子ノードによって発生し、そのチャネル上のネイバー ノードからのすべての応答を評価することによって発生します。

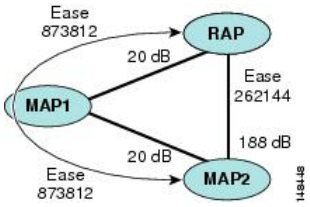
親メッシュ アクセス ポイントは、RAP に戻る最適なパスを提供します。AWPP は、容易度を使用して、最適なパスを判別します。容易度はコストの逆と考えられるため、容易度の高いパスが、パスとして推奨されます。

容易度（ease）の計算

容易度は、各ネイバーの SNR とホップの値を使用し、さまざまな SNR しきい値に基づく乗数を適用して計算します。この乗数には、拡散機能を、さまざまなリンクの質に影響する SNR に適用するという意味があります。

図 7 : 親パスの選択 （16 ページ） では、親パスの選択で、MAP2 は MAP1 を通るパスを選択します。このパスを通る調整された容易度の値（ease value、436906）が、MAP2 から RAP に直接進むパスの容易度の値（ease value、262144）より大きいためです。

図 7: 親パスの選択



親の決定

親メッシュ アクセス ポイントは、各ネイバーの容易度を RAP までのホップ カウントで割り算した、調整された容易度を使用して選択されます。

調整された容易度（ease）＝最小（各ホップでの容易度（ease））ホップ数

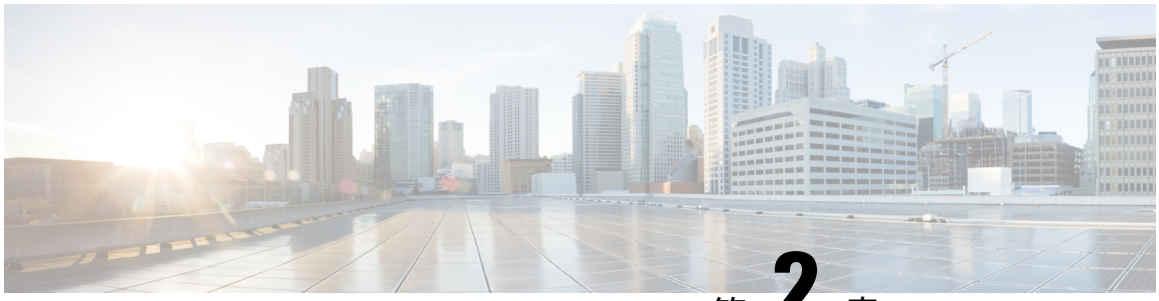
SNR 平準化

WLAN ルーティングの難しいところは、RF の一過性の性質です。最適なパスを分析して、パス内で変更がいつ必要かを決めるときに、この点を考慮しなければなりません。特定の RF リンクの SNR は、刻一刻と大幅に変化する可能性があり、これらの変動に基づいてルート パスを変更すると、ネットワークが不安定になり、パフォーマンスが深刻に低下します。基本的な SNR を効果的にキャプチャしながらも経時変動を除去するため、調整された SNR を提供する平準化機能が適用されます。

現在の親に対する潜在的なネイバーを評価するとき、親の間を行ったり来たりすることを減少させるため、親の計算された容易度に加えて、親に 20 % のボーナス容易度が与えられます。子が親を切り替えるには、潜在的な親の方が著しくよくなければなりません。親の切り替えは CAPWAP およびその他の高レイヤの機能に透過的です。

ループの防止

ルーティング ループが作成されないようにするため、AWPP は、自分の MAC アドレスを含むルートをすべて破棄します。つまり、ホップ情報とは別に、ルーティング情報が RAP への各ホップの MAC アドレスを含むため、メッシュ アクセス ポイントはループするルートを容易に検出して破棄できます。



第 2 章

メッシュ導入モード

この章では、メッシュ導入モードについて説明します。内容は次のとおりです。

- ワイヤレス メッシュ ネットワーク （19 ページ）
- ワイヤレス バックホール （20 ページ）
- ポイントツーマルチポイント無線ブリッジング （20 ページ）
- ポイントツーポイント無線ブリッジング （21 ページ）
- リリース 8.8 の Flex+Mesh の概要 （23 ページ）
- リリース 8.8 での追加メッシュ機能の概要 （30 ページ）
- リリース 8.8 での特定の URL のホワイトリスト作成 （36 ページ）
- リリース 8.8 でのキャプティブ ポータル設定 （37 ページ）
- リリース 8.8 でのポリシーの適用と割当量の管理 （39 ページ）

ワイヤレス メッシュ ネットワーク

Ciscoのワイヤレス屋外メッシュ ネットワークでは、複数のメッシュ アクセス ポイントによって、安全でスケーラブルな屋外ワイヤレス LAN を提供するネットワークが構成されます。

それぞれの場所で、3つのRAPが有線ネットワークに接続され、建物の屋根に配置されています。すべてのダウンストリーム アクセス ポイントは、MAP として動作し、ワイヤレス リンク（表示されていません）を使用して通信します。

MAP と RAP の両方共、WLAN クライアント アクセスを提供できますが、RAP の場所がクライアント アクセスの提供には向いていないことがよくあります。3 台の AP はすべて建物の屋根に設置され、RAP として機能しています。これらの RAP は、それぞれの場所でネットワークに接続します。

メッシュ アクセス ポイントから CAPWAP セッションを終端させるオンサイト コントローラがある建物もありますが、CAPWAP セッションはワイドエリア ネットワーク（WAN）を介してコントローラにバックホールできるため、それは必須要件ではありません

（注） CAPWAP 経由での CAPWAP はサポートされません。RAP または MAP イーサネット ポートで接続されているローカル モードの AP は、サポートされる構成ではありません。

ワイヤレス バックホール

Cisco ワイヤレス バックホール ネットワークでは、トラフィックを MAP と RAP の間でブリッジできます。このトラフィックは、ワイヤレスメッシュによってブリッジされている有線デバイスからのトラフィックか、メッシュ アクセス ポイントからの CAPWAP トラフィックになります。このトラフィックは、ワイヤレス バックホールなどのワイヤレス メッシュ リンクを通過する際に必ず AES 暗号化されます。

AES 暗号化は、他のメッシュ アクセス ポイントと共に、メッシュ アクセス ポイントにおけるネイバー同士の関係として確立されます。メッシュ アクセス ポイント間で使用される暗号鍵は、EAP 認証プロセス中に生成されます。

ユニバーサル アクセス

802.11a 無線を介してクライアント トラフィックを受け入れるようメッシュ アクセス ポイントでバックホールを設定できます。この機能は、コントローラの GUI の Backhaul Client Access（[Monitor] > [Wireless]）で識別できます。この機能が無効な場合、バックホール トラフィックは 802.11a または 802.11a/n 無線を介してのみ伝送され、クライアント アソシエーションは 802.11b/g または 802.11b/g/n 無線を介してのみ許可されます。設定の詳細については、拡張機能の設定を参照してください。

（注） リリース 8.2 以降では、2.4 GHz でもバックホールがサポートされます。

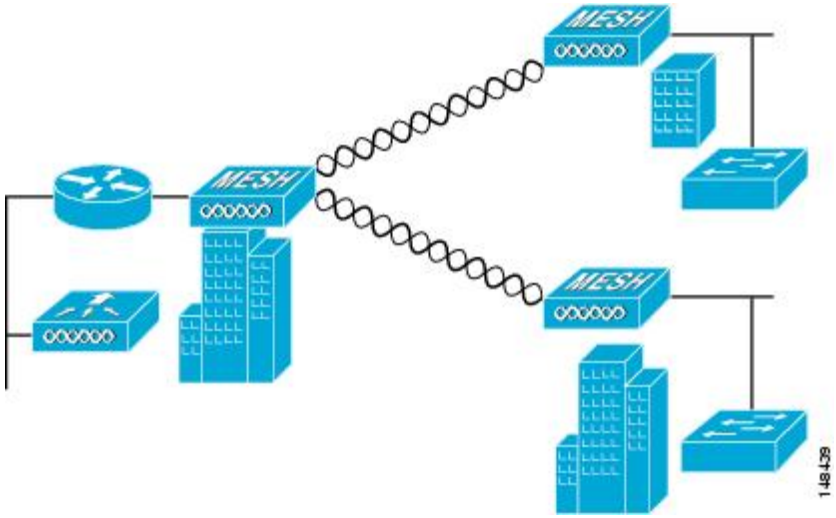
ポイントツーマルチポイント無線ブリッジング

ポイントツーマルチポイント ブリッジング シナリオでは、ルート ブリッジとして機能する RAP が、有線 LAN に接続した非ルートブリッジとしての複数の MAP と接続します。デフォルトでは、この機能はすべての MAP に対して無効になっています。イーサネット ブリッジングを使用する場合、各 MAP および RAP のコントローラでイーサネット ブリッジングを有効にする必要があります。

図 *8:* ポイントツーマルチポイント ブリッジングの例

次の図は、1 つの RAP と 2 つの MAP のシンプルな導入を示していますが、この構成は基本的に WLAN クライアントがないワイヤレス メッシュです。イーサネット ブリッジングを有効にすることでクライアントアクセスを提供できますが、建物間のブリッジングの場合、高い屋上

からの MAP カバレッジはクライアント アクセスに適していないことがあります。

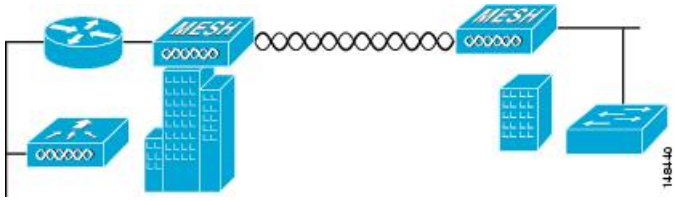


ポイントツーポイント無線ブリッジング

ポイントツーポイントブリッジング シナリオでは、ワイヤレス バックホールを使用してスイッチ ネットワークの2つのセグメントをブリッジ接続することにより、1500 シリーズのメッシュ AP を使用してリモート ネットワークを拡張できます。これは基本的には、1 つの MAP があり、WLAN クライアントがないワイヤレス メッシュ ネットワークです。ポイントツーマルチポイント ネットワークと同様に、イーサネット ブリッジングを有効にすることでクライアント アクセスを提供できますが、建物間のブリッジングの場合、高い屋上からの MAP カバレッジはクライアントのアクセスに適していないことがあります。

イーサネット ブリッジド アプリケーションを使用する場合は、RAP およびそのセグメント内のすべての MAP でブリッジング機能を有効にすることをお勧めします。MAP のイーサネット ポートに接続されたすべてのスイッチで VLAN Trunking Protocol（VTP）を使用していないことを確認する必要があります。VTP によってメッシュ全体のトランキングされた VLAN が再設定されることがあるため、プライマリ WLC と RAP 間の接続が失われることがあります。設定が正しくないと、メッシュ導入がダウンすることがあります。

図 *9:* ポイントツーポイント ブリッジングの例



セキュリティ上の理由により、デフォルトでは MAP のイーサネット ポートは無効になっています。有効にするには、ルートおよび各 MAP でイーサネット ブリッジングを設定する必要があります。コントローラの GUI を使用してイーサネット ブリッジングを有効にするには、

[Wireless] > [All APs] > [Details for the AP] ページの順に選択し、[Mesh]タブをクリックして、[Ethernet Bridging] チェックボックスを選択します。

（注） ワイヤレスバックホールの全体的なスループットはメッシュ ツリーの各ホップの半分になります。イーサネット ブリッジング対象のクライアントが MAP で使用され、大量のトラフィックが通過する際、スループット消費が高くなり、ダウンリンク MAP がスループットの枯渇によってネットワークに接続できなくなる可能性があります。

イーサネット ブリッジングは、次の 2 つの場合に有効にする必要があります。

メッシュ ノードをブリッジとして使用する場合。

MAP でイーサネット ポートを使用してイーサネット デバイス（ビデオ カメラなど）を接続する場合。

該当するメッシュ AP からコントローラへのパスを取る各親メッシュ AP でもイーサネット ブリッジングを有効にします。たとえば、Hop 2 の MAP2 でイーサネット ブリッジングを有効にする場合は、MAP1（親 MAP）と、コントローラに接続している RAP でもイーサネット ブリッジングを有効にする必要があります。

長距離リンクのレンジ パラメータを設定するには、 [Wireless] > [Mesh] の順に選択します。ルート アクセス ポイント（RAP）と最遠のメッシュ アクセス ポイント（MAP）間に最適な距離（フィート単位）が存在します。RAP ブリッジから MAP ブリッジまでのレンジは、フィート単位で記述する必要があります。

ネットワーク内のコントローラと既存のすべてのメッシュ アクセス ポイントに join する場合は、次のグローバル パラメータがすべてのメッシュ アクセス ポイントに適用されます。

レンジ：150 ～ 132,000 フィート

メッシュ レンジの設定（CLI）

手順

- ブリッジングを実行するノード間の距離を設定するには、**config mesh range** コマンドを入力します。

  レンジの指定後に、AP はリブートされます。

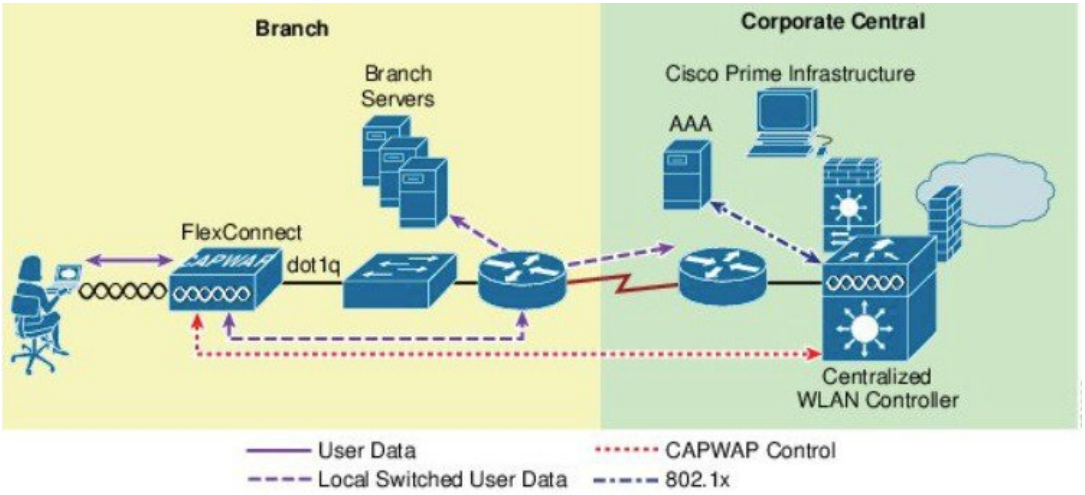
（注） 範囲と AP の密度を見積もる場合、次の URL にある範囲カルキュレータを使用できます。

すべてのアクセス ポイントのレンジ カルキュレータ： http://173.37.206.125/aspnet_client/system_web/2_0_50727/wng_coverage_capacity_calculator_v2.0_html/wng_coverage_capacity_calculator_v2.0.htm

- メッシュ レンジを表示するには、**show mesh config** と入力します。

リリース 8.8 の Flex+Mesh の概要

以下は、一般的な FlexMesh アーキテクチャです。CAPWAP AP は FlexConnect + ブリッジ モードで、「ルート」AP または RAP モードのコア ネットワークに有線アップリンクで接続されています。この状況でも AP は、CAPWAP 経由で中央コントローラによって管理されます。ただし、AP は AP に設定されている WLAN のデータ スイッチング方式に基づいて、802.11 クライアントへのサービスの提供を継続できるスタンドアロン モードに移行することができます。データは中央、またはローカルでスイッチングできます。データを中央でスイッチングする場合、すべてのデータは WLC に送信され、そこでさらにスイッチングされます。ローカル スイッチ ネットワークでは、データは RAP に送信され、RAP が有線アップリンク上でローカルにスイッチングします。FlexConnect と Flex+Mesh モード AP の間に、中央およびローカルにスイッチされた WLAN の設定および機能での違いはありません。



新しい 8.8 の機能をサポートする Mesh COS AP

1562 は、8.4 リリースでメッシュをサポートしました。1542 AP（1542D および 1542I）モデルは、8.5 リリースでメッシュをサポートしました。Flex Mesh はプラットフォームに依存しない機能であり、1542 に基づいて設計された Flex Mesh は 1562 にも適用できるため、これらすべての AP は Flex Mesh をサポートできます。

Flex Mesh 機能は、リリース 8.8 以前でも IOS ベースのメッシュ AP でサポートされていますが、リリース 8.8 では、この機能が COS ベースのメッシュ AP で公式サポートされ、リリース 8.8 以降で TAC のサポート対象になりました。また、IPv6 も COS ベースのメッシュ AP でサポートされるようになりました。

1542 には、2 つの新しい SKU が開発されています。8.5 でリリースされた AP1540 シリーズは、ほとんどの技術要件を満たしていますが、外部アンテナはありません。AP1542E2 および AP1542E4 は 1541D/I AP のハードウェア異型です。1542E2 はデュアル バンド モード AP で、2.4 GHz（802.11b/g/n、20 MHz）と 5 GHz（802.11a/n/acW2、20/40/80 MHz）のデュアル無線、デュアルバンドです。1542E4 はシングル バンド モード AP で、2.4 G をサポートするアンテナ

A と B、5 G をサポートするアンテナ C と D を備えています。これら AP は、少なくとも 2 TX & 2 RX チェーン、2 つの空間ストリームをサポートします。AP は、TX あたり、最小 22 dBm（2.4 GHz）および 24 dBm（5 GHz）の伝導送信送出電力をサポートすることが求められています。この新しいプラットフォーム用の新しい基本 PID の追加とパワー テーブルの変更は、AP と WLC の両方で実行されます。外部アンテナを備えた -D（INDIA）のパワー テーブルが新しくなっています。

フレキシブル アンテナ ポート設定

上記の HW の変更により、SW にも変更が必要です。AP は、フレキシブル アンテナ ポート設定をサポートする必要があります。アンテナがサポートするモードをシングル バンドまたはデュアル バンドのいずれかにユーザが設定できるように SW が変更されています。シングル バンドまたはデュアル バンド モードは、ソフトウェアで設定できます。これは、1532 AP の設定と同様です。ユーザは、WLC CLI または GUI を使用して、アンテナ バンド モードを設定できます。

Flex Mesh AP の実行モード

Flex Mesh COS AP は、接続モードまたはスタンドアロン モードで実行できます。FlexConnect のスタンドアロン モードには、メッシュ ネットワークのスタンドアロン機能を継承するために変更が行われます。また、本ガイドのこのセクションの下で説明する「放棄」モードと呼ばれる別のモードもあります。

接続モード

COS Flex Mesh AP（ルート AP または子のメッシュ AP）は、WLC にアクセスして接続し、WLC とキープアライブ メッセージを定期的に交換できる場合、接続モードであると見なされます。このモードでは、Flex Mesh AP はローカルおよび中央でスイッチされる WLAN をサポートできます。これによって、通常のクライアントと子のメッシュ AP に接続を許可します。

スタンドアロン モード

COS Flex Mesh AP は、コントローラへの接続が失われてもローカル ゲートウェイにアクセスできる場合は、スタンドアロン モードにあると見なされます。このモードの COS Flex+Mesh AP は、中央でスイッチされるすべての WLAN を無効にし、ローカルにスイッチされた WLAN を起動および実行された状態に維持します。また、認証サーバがローカル ネットワークで到達可能である限り、ローカル認証を使用して、新しいクライアントがローカルにスイッチされた WLAN に接続するのを許可します。子のメッシュ AP は、このモードでの接続を許可されません。

放棄モードまたは永続 SSID モード

COS Flex+Mesh AP は、ゲートウェイ IP にアクセスできなくなり、ローカル ネットワークに接続していない状態になると、放棄モードになります。考えられるシナリオは次のとおりです。

- AP がいずれの有線またはワイヤレスのアップリンクにも接続されていない。
- ワイヤレス アップリンクは確立されているが、認証されていない。
- アップリンクは確立および認証されており、IP アドレスは設定されているがゲートウェイ IP は設定されていない。
- アップリンクは確立および認証されており、IP アドレスとゲートウェイ IP も設定されているが、1 分以上たってもゲートウェイに到達できない。

子のメッシュ AP とクライアントのどちらも、このモードでの接続は許可されません。ローカルおよび中央でスイッチされる WLAN は無効になります。AP はこのモードでもアップリングをスキャニングする可能性があり、この間にビーコンは送信されません。

（注） Flex Mesh COS AP では、放棄モードで再起動タイマーが有効になるため、スタンドアロン モードと接続モードのいずれにも移行しなければ、AP は 40 分後に再起動します。

Flex Mesh COS AP のモード/状態の遷移

- Flex Mesh モードの COS AP は常に放棄モードで起動します。このモードでは、アップリンク（有線または無線）をスキャンする必要があります。
- 初期段階またはゲートウェイ ローミングのシナリオ時のいずれかで新しいアップリンクが選択されると、認証に合格することが期待されるため、CAPWAP 接続を 2 分以内に確立する必要があり、そうでない場合、選択した親はブラックリストに記載されます。この機能は、通常の Mesh モード COS AP と同じです。
- Flex Mesh AP に有効な CAPWAP 接続があり、CAPWAP 接続が失われると、スタンドアロン モードに移行し、ゲートウェイが到達可能である限りスタンドアロン モードのままになります。Flex Mesh AP は、最後に成功した CAPWAP 接続に使用した IP モード（IPV6 または IPV4）およびその IP モードの GW の到達可能性を追跡します。
- スタンドアロン モードの Flex Mesh AP では、Mesh コントロールがタイマー（20 秒）を開始し、GW IP（IPV4 または IPV6）の ARP エントリを定期的に更新するほか、GW の到達可能性ステータスを Path Control Protocol（パス制御プロトコル）に問い合わせます。PCP は、対象の AP から得られたゲートウェイの到達可能性ステータスを保持しますが、これは PCP メッセージ経由でルート AP によって報告されたステータス、または対象 AP がルート AP 自身の場合はゲートウェイ IP アドレスの ARP ルックアップを実行して報告されたステータスです。GW が 1 分以上到達不能の場合、Flex Mesh AP は親をブラック リストに記載し、放棄モードに移行して新しいアップリンクを再スキャンします。

- 放棄モードを終了するには、AP は WLC に接続し、接続モードに移行する必要があります。放棄モードからスタンドアロンモードへの直接の移行はサポートされていません。今後の設計上の機能強化で検討する必要があります。

スタンドアロン モードの Flex AP に関する設計上の考慮事項

- Flex AP はスタンドアロン モードの場合、同じ親を継続し、より適切なネイバー（それが優先される親であっても）を検出することも、ローミングすることもありません。これは、セキュリティが新しい親に引き継がれることやローミングの成功が保証されていないことが理由です。セキュリティに失敗すると、候補の親が不必要にブラックリストに記載される可能性があります。スタンドアロンのローミングは、今後の設計の機能強化でスタンドアロン時のセキュリティがメッシュ AP でサポートされるようになってから検討する方がよいでしょう。
- BGN タイマーは、スタンドアロンモードでは停止します。したがって、子のメッシュ AP がスタンドアロン モードの状態で、異なる BGN の親に接続し、その後またスタンドアロンモードに戻る場合は、BGN タイマーが停止するため、子のメッシュ AP は 15 分後（BGN タイマーの有効期限）に再スキャン モードになりません。
- スタンドアロン モードでは再起動タイマーが停止するため、AP は CAPWAP 接続がない場合、40 分後に再起動しません。
- スタンドアロンモードから接続モードに戻った後は、最適なネイバー選択タイマーと BGN タイマーが再起動するため、子のメッシュ AP は最適なネイバーにローミングできます。

COS Flex RAP の特別なスタンドアロン モード

このモードでは、SSID が常にブロードキャストされます（永続的な SSID）。さらに、リブート後、この特殊な永続モードを有効にすると、Flex Mesh RAP はゲートウェイが到達不能の場合でも、SSID のブロードキャストを開始できる必要があります。

既存の FlexConnect AP モードの設計

- ローカルにスイッチされた WLAN は config.flex ファイルに保存され、FlexConnect AP はスタンドアロン モードである限り、ローカルの WLAN SSID をブロードキャストします。
- 起動時、FlexConnect AP はゲートウェイがプロビジョニングされている場合、ローカルにスイッチされた WLAN のブロードキャストのみを開始します。
- COS FlexConnect AP は、ゲートウェイ情報がある時点で削除されると、スタンドアロンモードから移行し、ローカルにスイッチされた SSID のブロードキャストを停止し、ゲートウェイが再度プロビジョニングされるのを待機します。
- ゲートウェイがプロビジョニングされると、FlexConnect AP は再度スタンドアロンモードに移行し、ローカルにスイッチされた SSID のブロードキャストを再度開始します。

- 有効なゲートウェイがない場合、ローカルネットワークに到達できずクライアントに接続する理由がないため、FlexConnect APは最終的にSSIDのブロードキャストを停止します。

既存のFlexConnect APモードには、リブート時にWLAN設定を保持したり、ローカルSSIDのブロードキャストを開始できるようにしたりするための設計が含まれています。ただし、Flex RAPについては、以下で説明するようにNBN導入に関する特別なスタンドアロンモード要件があります。

- Flex RAPは、ゲートウェイに到達できない場合も、直接スタンドアロンモードで起動し、SSIDのブロードキャストを開始できること。
- Flex RAPは、最初に到達可能だったゲートウェイがある時点で到達不能になった場合、スタンドアロンモードを継続し、SSIDをブロードキャストし続ける。
- Flex RAPは、実際のクライアントをサポートできない場合でも、APが起動して実行中かどうかをオペレータが確認できるようにSSIDをブロードキャストする必要がある。

新しい要件をサポートするための設計上の考慮事項

- Flex RAPは、WLAN設定をダウンロードしてconfig.flexに保存するために、少なくとも一度はコントローラに接続します。このWLANは、ローカルにスイッチされたWLANです。
- 設定は、config.flexファイルに保存されるとリブートしても残るため、設定が消去されない限り、APがWLCに再度接続する必要はありません。
- RAPで有線リンクを維持するために必要な新しい設定がサポートされています。この設定は、メッシュ設定ファイル、つまり「strict_wired_uplink」に保存されます。
- 次の条件がtrueの場合、Flex Mesh APは、ゲートウェイに到達できない場合でも、フレックス設定ファイルに保存されているローカルWLANをブロードキャストします。
  - APがFlex Mesh Root APである
  - APのstrict_wired_uplinkがtrueに設定されている
- Flex Mesh APをstrict wired APとして設定するための新しいAP CLIコマンドがサポートされる予定です。

  # CAPWAP ap mesh strict-wired-uplink <true/false>
- 新しい設定パラメータの「strict_wired_uplink」は、ストレージディレクトリのconfig.meshファイルに保存されるため、リブートに関係なく永続的になります。このパラメータのデフォルト値はfalseになります。
- strict_wired_uplink設定は、APがFlex-Mesh Root APとして設定されている場合のみ有効です。その他のすべてのAPモードおよびメッシュAPロールでは、strict_wired_uplinkを設定しても有効になりません。
- strict_wired_uplinkがFlex Mesh Root APに対してtrueの場合：

- メッシュの再起動時に、有線アップリンクが直ちに選択される。
- 有線アップリンクがブラックリストに記載されることがない。
- CAPWAP 稼動タイマーが実行されない。
- Mesh Reboot タイマーが実行されない。
- 有線の隣接関係の探索は、インターフェイスがダウンしていても常に true を返す。
- ワイヤレス バックホールをアップリンクとして選択することはできない。
- ワイヤレスバックホールをダウンリンクとして使用し、メッシュの子ノードへの接続を提供できる。

- ゲートウェイの設定チェックによる問題を避けるためには、スタティック IP およびゲートウェイを Flex RAP に設定する必要があります（単なるダミーの IP またはゲートウェイであっても）。
  - スタティック IP とゲートウェイの設定により、Flex RAP はローカル ネットワークへの接続がない場合（つまり、IP とゲートウェイをプロビジョニングする DHCP サーバがない）でも、リブート後にスタンドアロンモードに移行できます。Flex RAP は、ネットワークへの接続が何もない場合であっても、ローカルにスイッチされた SSID をブロードキャストし続けます。
  - IP とゲートウェイが有効でない場合、AP が DHCP サーバに接続されると、DHCP IP がスタティック IP 設定を上書きし、DHCP IP とゲートウェイ設定が使われます。
- 「永続的な SSID」機能を有効/無効にするシンプルな WLC CLI を提供する予定です。WLC と AP は、この設定を有効にするために通信が必要です。
- AP の「show mesh config」も、この機能の現在のステータスを表示します。

メッシュの機能強化の設定

ステップ 1 上記の説明で示したように、RAP は SSI を永続的に送信するモードに設定する必要があります。この設定オプションは、CLI モードでのみ使用できます。

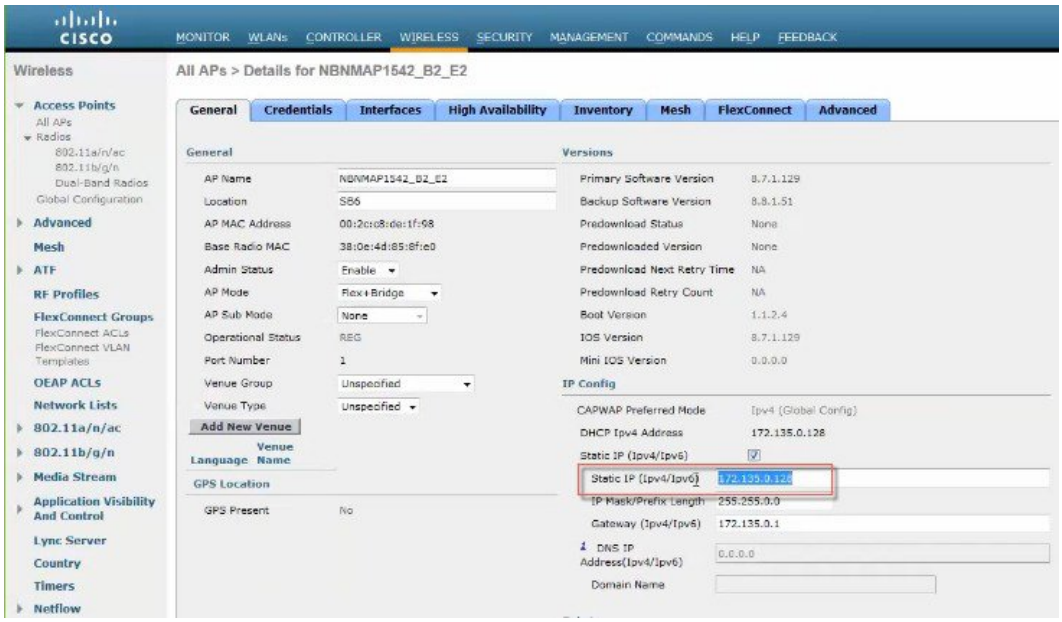
```
NBNMAP1542_B2_E2#capwap ap mesh strict-wired-uplink
  disable  disable strict wired uplink
  enable   enable strict wired uplink
NBNMAP1542_B2_E2#capwap ap mesh strict-wired-uplink
```

ステップ 2 このモードは、「show mesh config」コマンドを実行して「strict wired uplink」が Enabled と表示されていれば有効です。

```
NBNMAP1542_B2_E2#show mesh conf
AP Specific Configuration:
AP Role: Flex Root AP
Backhaul Mode: 802.11a
Strict Wired Uplink: Enabled
Ethernet Bridging: Disabled
Public Safety: Disabled
Slot Bias: Disabled
LSC Authentication: Disabled
Background Scanning: Disabled
Strict Matching BGN: Disabled
Convergence Method: Standard Convergence, CCN mode: Disabled
Ethernet Bridging BPDU Allow: Disabled
Daisy Chain Mode: Disabled
VLAN Transparent Bridging: Disabled
Trunk VLAN Id: 0
Backhaul Rate: Auto
Preferred Parent: 0C:75:BD:0C:A1:F1
CAPWAP Join Mode: IPv4
Bridge Group Name:
Mesh Statistics Push Interval(min): 3
Range(feet): 12000
Mesh Security Mode: EAP (PSK Provisioned:Tue Nov 21 15:37:59 2017)
Background Scanning: Disabled
Universal Client Access: Enabled
Universal Client Access Ext: Enabled
Global Public Safety: Disabled
Battery Backup: Enabled
Full Sector DFS: Enabled
IDS(Rogue/Signature Reporting): Disabled
Backhaul A-MSDU: Enabled
Backhaul DCA Status: Disabled
Configured Parent: 0C:75:BD:0C:A1:F1
Multicast Mode:In-Out
```

ステップ 3 上記で示したように、永続的な SSID が機能し、ゲートウェイの設定チェックによる問題を避けるためには、スタティック IP およびゲートウェイを Flex RAP に設定する必要があります（単なるダミーの IP またはゲートウェイであっても）。スタティック IP とゲートウェイの設定により、Flex RAP はローカル ネットワークへの接続がない場合（つまり、IP とゲートウェイをプロビジョニングする DHCP サーバがない）でも、リブート後にスタンドアロンモードに移行できます。Flex RAP は、ネットワークへの接続が何もない場合であっても、ローカルにスイッチされた SSID をブロードキャストし続けます。

IP とゲートウェイが有効でない場合、AP が DHCP サーバに接続されると、DHCP IP がスタティック IP 設定を上書きし、DHCP IP とゲートウェイ設定が使われます。



リリース 8.8 で RAP 永続モードをテストする手順

最適な環境でテストするために、永続的な SSID が設定されている、または放棄モードの RAP と通常の RAP モードの RAP を 1 つずつ用意します。クライアントを両方の RAP に接続し、RAP とコントローラの接続が失われたときの動作を確認します。

- 永続モードが有効な RAP に接続されているクライアントは SSID の送信が継続されるため、RAP への接続を維持します。
- 通常モードの RAP に接続されているクライアントは、SSID の送信が停止されるため接続を失います。

リリース 8.8 での追加メッシュ機能の概要

導入ガイドのこの項では、リリース 8.8 の新しいメッシュ機能または屋外 AP 機能について説明します。

このドキュメントの目的は、次の機能について設定ガイド情報を提供することです。

1. 「合法的傍受（LI）」とモニタリング
2. 特定の URL のホワイトリスト作成
3. キャプティブ ポータル設定
4. ポリシーの適用と割当量の管理

リリース 8.8 での「合法的傍受」（LI）とモニタリング

シスコの一部のお客様は、Flex+Mesh（ローカル スイッチングを使用）ツリーによって、非常に大規模な地理的領域に Cisco Wi-Fi メッシュ ソリューションを導入することを計画しています。中央集中型の WLC への有線バックホールを持つ RAP（ルート アクセス ポイント）は、ワイヤレス クライアントに対応するメッシュ ツリーを形成します。合法的傍受の機能は、管理者が集中型モニタリング システム（CMS）を設定した場合に行われる、携帯電話、固定電話、およびワイヤレス インターネット トラフィックの合法的傍受とモニタリングのプロセスです。

Flex+Mesh モードのセットアップにはメッシュ ネットワークが存在し、LI の一部として各フローのクライアント フロー情報をエクスポートできます。

RAP は NAT/PAT および LI レコードの生成を実行し、WLC 経由で LI サーバに送信します。NAT/PAT ですべてのフローのレコードが作成されます。この時点で、RAP はそのフローの Syslog レコードを作成します。RAP は、これらの Syslog パケットを CAPWAP-DATA を介して WLC に送信します。

（注） RAP を経由しないメッシュ ツリー内のすべてのピア ツー ピア クライアント トラフィック（MAP のみがローカルに処理する）は、LI サーバへの報告対象とは見なされません。

WLC は自身の MAC および IP を含む Syslog パケットを更新し、ネットワーク内の Syslog サーバに Syslog パケットを転送します。これらのパケットは暗号化されません。

一般的なワークフローは次のとおりです。

1. 管理者は、Syslog サーバの設定を行う必要があります。

   IPv4 または IPv6 のいずれかのみがサポートされます。

   IPv6 を設定する場合は、WLC が IPv6 対応である必要があります。

   既存の「config ap syslog global」コマンドが機能します。

2. LI は、グローバルにのみ有効または無効になります。

   これに関する前提条件は、Syslog サーバの設定になります。

3. AP は、RAP で WLC から受信した syslog サーバの設定（IP アドレスおよび有効/無効）を保存します。

4. IPv4 パケットに対して NAT/PAT 交換が実行されます（内部 DHCP の場合）。

   IPv6 パケットおよび IPv4 パケットについては次のとおりです（外部 DHCP の場合）。

   1. パケットの送信元/宛先 IP/ポートに基づいてフローを特定します。
   2. FlowTable エントリにフローを保存します。

5. LI レポータ要素が以下を実行します。

1. NAT 要素または FlowTable 要素によってプッシュされた新しいフロー レコードを受信および保存します。
2. 定期的なタイマー（通常は 1 分）を実行します。
3. このタイマーが期限切れになると、テーブル内のすべてのフロー レコードがフラッシュされ、v4 と v6 の両方のフローを含む syslog レコードに変換されます。次のセクションで syslog 形式が指定されます。

6. フロー作成の開始時にのみ、そのレコードが送信されます。その後、他のフロー レコードが送信されることはありません。
7. AP が syslog パケットを形成します。
8. WLC は、LI パケットかどうかを特定します。

   内容を更新します。

   IP：**Dst IP**：LI IP（v4 または v6）

   Source IP：Mgmt IP

   Dst Mac：GW Mac

   Source Mac：Mgmt Mac

   UDP Source Port：514

   UDP Dest Port：514
9. WLC は、内部 IP パケットに基づいて Mgmt IP を更新します。

   IPv4 の場合は、Mgmt IP が更新されます。

   IPv6 の場合は、Mgmt IPv6 が更新されます。
10. WLC は レコードを**保存しません**。
11. AP からの着信メッセージに関する**統計情報**は**記録されます**。

    統計情報は、WLC から syslog サーバへの送信メッセージについても記録されます。

    また、パケットが廃棄された場合はその他の統計情報も記録されます。
12. show コマンドを実行すると、常にログが表示されます。

Netflow コレクタの syslog 形式

その後、syslog レコードは WLC から受信した設定に基づいて、AP から LI サーバへの UDP/IP ヘッダー内にカプセル化されます。

syslog レコードの形式は次のとおりです。

“syslog header+’:’+ LI Header +’:’+ LI Record 1+’|’+ LI Record 2 +’|’+….”

syslog ヘッダー

- Facility：Syslog ファシリティ コード。
- Severity：Syslog 重大度。
- Timestamp：AP が Syslog メッセージを送信した時刻。これは、可読日付形式（mmm dd yyyy hh:mm:ss）で送信されます。
- Hostname：AP の名前（RAP 名）
- Tag：Tag フィールドはペイロードで送信されるメッセージのタイプを示す文字列です（AP_LI_V4_FLOW/ AP_LI_V6_FLOW）。

LI ヘッダー：

“VVTTTTTTTTMMMMMMMMMMMM”

- VV：バージョン（現在は常に「01」です）
- TTTTTTTT：このロギングが作成された秒単位の時間（16 進数値）
- MMMMMMMMMMMM：AP の MAC アドレス（RAP の MAC アドレス）

LI レコード（IPv4）：

“MMMMMMMMMMM
AAAAA’A’A’A’BBBBCCCCCCCCCC’C’C’C’C’C’C’C’DDDDDDDDTTTTTTTTHHHHHHHH”

- MMMMMMMMMMM：クライアントの MAC アドレス（6 バイト）
- AAAA：16 進数（2 バイト）の送信元ポート
- A’A’A’A’：16 進数（2 バイト）の NAT 送信元ポート（上記の非 NAT の場合と同じです）
- BBBB：16 進数（2 バイト）の宛先ポート
- CCCCCCCC：16 進数（4 バイト）の送信元 IP アドレス
- C’C’C’C’C’C’C’C’：16 進数（4 バイト）の NAT 送信元 IP アドレス（上記の非 NAT の場合と同じです）
- DDDDDDDD：16 進数（4 バイト）の宛先 IP アドレス
- TTTTTTTT：フローが作成された秒単位の時間（4 バイト）
- HHHHHHHH：16 進数（4 バイトまたは 16 バイト）の RAP IP

LI レコード（IPv6）（NAT IP およびポートは含まれません）：

“MMMMMMMMMMM AAAABBBB
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDTTTTTTTTHHHHHHHH”

- F：IPv4 の場合は 0、IPv6 の場合は 1
- MMMMMMMMMMM：クライアントの MAC アドレス（6 バイト）
- AAAA：16 進数（2 バイト）の送信元ポート

- BBBB：16 進数（2 バイト）の宛先ポート
- CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC：16 進数（16 バイト）の送信元 IPv6 アドレス
- DDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDDD：16 進数（16 バイト）の宛先 IPv6 アドレス
- TTTTTTTT：フローが作成された秒単位の時間（4 バイト）
- HHHHHHHH：16 進数（4 バイトまたは 16 バイト）の RAP IP

CLI 設定と show コマンド

LI の有効化および無効化のための新しいコマンドが追加されます。

```
(Cisco Controller) >config flexconnect lawful-interception ?
disable        Disable Lawful-Interception.
enable         Enable Lawful-Interception.
syslog         Configure Lawful-Interception syslog.
timer          Configure Lawful-Interception timer value. Timer is periodic interval
[60sec - 600sec]
```

前提条件：Ap Syslog を使用するには、設定する必要があります。

1. 既存のコマンドを変更して、LI 変更を反映します。

   ```
   # config ap syslog host global <ipv4/ipv6>
   ```

   前提条件：IPv6 を設定するには、IPv6 が有効になっていて、IPv6 アドレスで管理が設定されているかどうかを確認する必要があります。

2. 統計情報を表示する新しい show コマンドがあります。

   ```
   (Cisco Controller) >show flexconnect lawful-interception ?
   summary        Display Lawful-Interception summary.
   Example of the LI show command on the controller:
   (Cisco Controller) >show flexconnect lawful-interception sum
   Lawful Interception Status: Disabled
   Lawful Interception Timer: 60
   Lawful Interception IPv4 Addr: 192.201.1.1
   Lawful Interception IPv6 Addr: Not Configured
   ```

（注） AP に設定されている LI サーバの IP とステータスを表示する show コマンドが追加されます。

AP 上の show LI コマンドの例。

```
AP-2802#show lawful-intercept
Enable: false
Interval(sec): 60
AP IPv4 Address: 1.5.39.108
AP IPv6 Address: ::
Max records: 15
syslog src ip: 192.201.1.2
syslog src ipv6: ::syslog
```

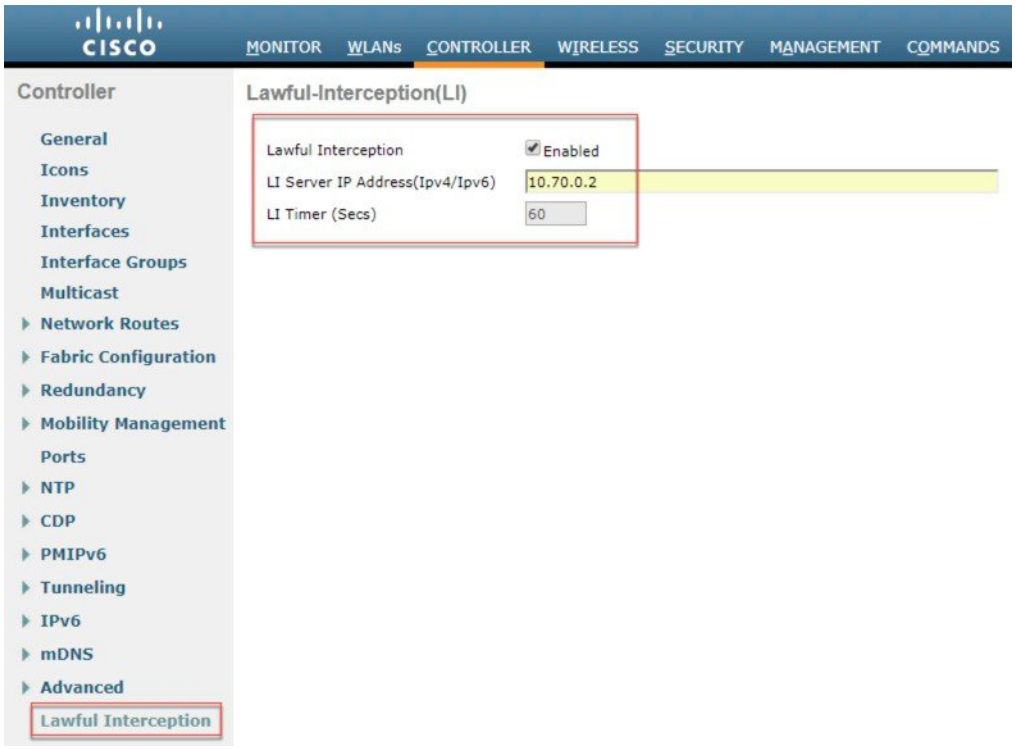
```
src mac: 00:01:02:03:04:09
extlog server ip: 0.0.0.0
extlog server ipv6: ::
extlog server mac: 00:8E:73:56:24:C7
ap name: AP-2802
```

LI の GUI 設定

コントローラ GUI インターフェイスから合法的傍受を設定するには、次の手順を実行します。

ステップ 1 コントローラの [Management] タブの [Logs] > [Config] でログ サーバの IP アドレスを設定します。

ステップ 2 [Controller] タブで [Lawful Intercept] を選択し、設定したログ サーバの IP アドレスで有効化します。[Apply] をクリックします。



リリース 8.8 での特定の URL のホワイトリスト作成

コントローラまたはAPで特定のURLのホワイトリスト機能を使用すると、ユーザはインターネットに接続せずに特定のサイトにアクセスできます。ホワイトリストに含まれている URL にアクセスする際に認証は必須ではありません。

- 顧客デバイスを「XXXX」SSID に関連付ける
- クライアントがIPアドレスを取得して、HTTPおよびHTTPSサイトの「**webauth**」required 状態に移行する
- クライアントは、認証なしでもホワイトリストの Web サイトにアクセスできる（たとえば、ユーザにロケーション固有の情報やその他の詳細情報を提供することができます）
- 特定の GP の（flex グループに基づく）一意のホワイトリスト URL はローカルの地域ポリシーに基づく
- ユーザがホワイトリスト ウォールド ガーデン プロファイルに設定されていない他の Web サイトに移動しようとすると、ログイン ページにリダイレクトされる
- ユーザは、認証された後はインターネット（ホワイトリストに含まれていない Web サイト）にアクセスできる

上記の機能は、8.7 リリース（DNS ACL）で実装された DNS-PreAuth ACL 機能で対処されていました。最大 20 のドメイン名を設定できます。スヌーピングされた IP アドレス（最大 64 個）は WLC に送信され、webauth_reqd 状態の AP 間でのクライアント ローミングに利用されます。クライアントは認証なしでこれらの URL を使用するため、事前設定済み URL のスヌーピングされた IP 間で送受信されるデータ トラフィックが AP で許可されます。

暗号化された HTTPS パケットは、クライアントが webauth_reqd 状態の場合にアクセスを許可または拒否するクリアテキスト URL 名を提供しないので、この要件に対応するには IP アドレス スヌーピングが必要です。

管理者は、ホワイトリストに含まれる URL のリストを使って preAuth ACL を設定し、特定の場所またはユーザに割り当てられている FlexConnect グループにマッピングする必要があります。

上記の機能の設定については、次のリンクにある 8.7 および 8.8 の FlexConnect 導入ガイドに記載されています。 https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/technotes/8-7/Flex_7500_DG.html#pgfId-167660

リリース 8.8 でのキャプティブ ポータル設定

この機能は、ユーザが SSID（Flex グループ/VLAN ベース）ごとに複数のスプラッシュ ページを使用できるようにします。特定の場所にいるユーザが VLAN に基づいて分けられていても、同じ SSID（XXXX）が WLAN によってブロードキャストされるため、1 つの SSID で複数のスプラッシュ ページをサポートできる機能が必要です。

使用例：

- 顧客デバイスを「XXXX」SSID に関連付ける
- クライアントが IP アドレスを取得して、HTTP および HTTPS サイトの「**webauth**」required 状態に移行する
- 外部 Web 認証を介してカスタマイズされたキャプティブ ポータルを AP グループ設定に基づいてユーザに表示する

このシナリオでは、スケーリングに注意する必要があります。1 台の WLC に多くのリモート ロケーションが接続されている場合は、それぞれの場所に独自のキャプティブ ポータルが必要になります。たとえば、WLC 8540 は 6000 の AP をサポートできます。1 つのリモート ロケーションは 5 ～ 6 の AP を持つことができ、1 台の WLC8540 に最大 1000 のロケーションを接続できるため、WLC がリモート ロケーションごとに 1 つのスプラッシュ ページをサポートするには、1000 スプラッシュ ページをサポートすることになります。

WLC は現在、SSID ごとの外部リダイレクト URL 設定をサポートしています。この新しい機能では、1 つの SSID に複数の外部リダイレクト URL を使用できます。FlexConnect グループまたは AP グループは外部リダイレクト URL の設定入力を受け取り、グループにマッピングされた AP の背後にあるクライアントに適用する必要があります。

CLI 設定と show

```
(WLC)config wlan apgroup custom-web global enable/disable <apgroup_name>

(WLC)config wlan apgroup custom-web ext-webauth-url add <ext-webauth-url> <apgroup_name>

 (WLC)config wlan apgroup custom-web ext-webauth-url delete <apgroup_name>
```

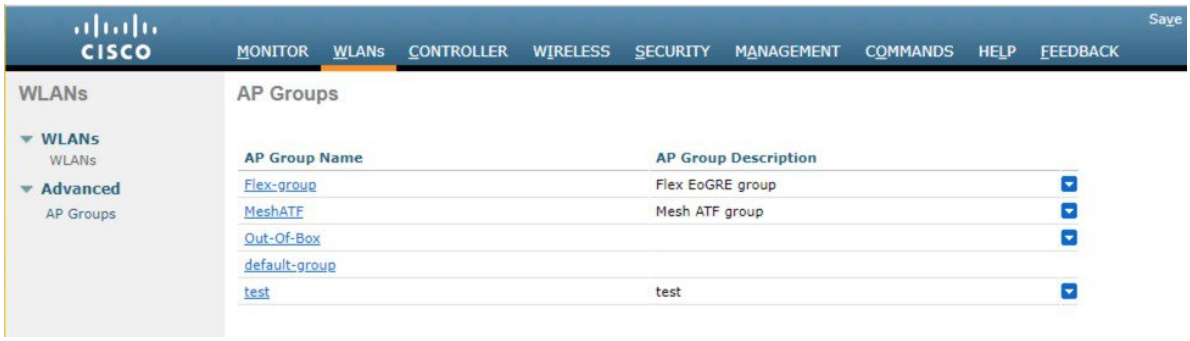
設定されているリダイレクト URL が既存の show ダンプに表示されます。

```
(WLC)show wlan apgroups
```

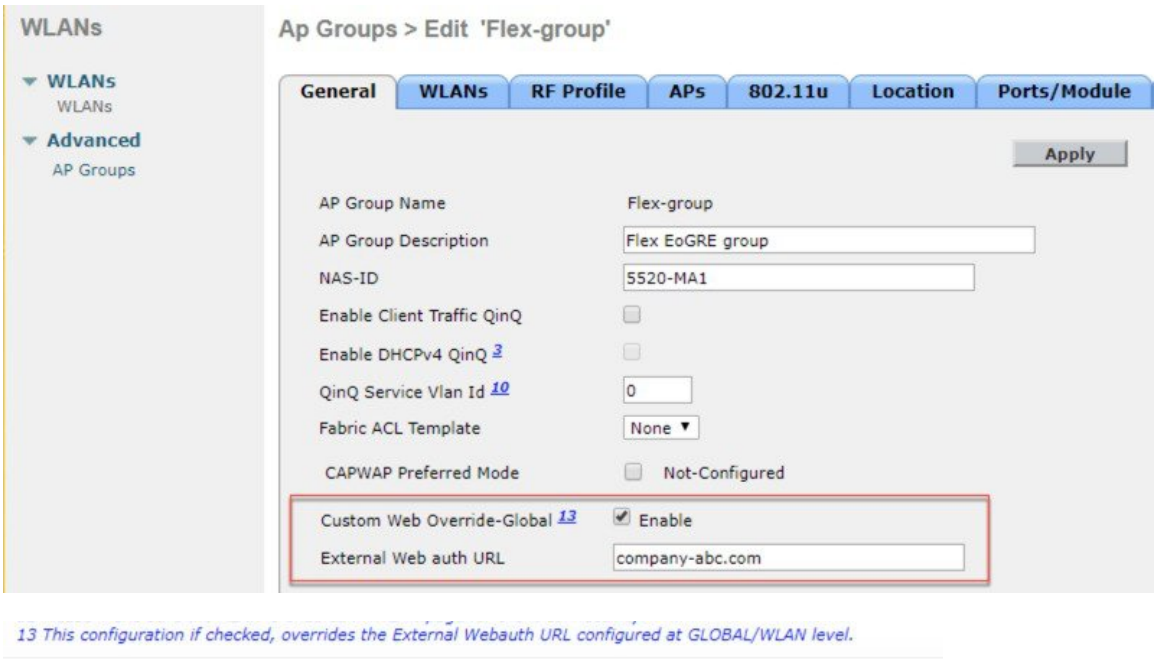
キャプティブ ポータルの GUI 設定

コントローラ GUI からキャプティブ ポータルを設定するには、次の手順を実行します。

ステップ 1 [WLAN] タブから [Advanced] > [AP Groups] を選択し、Flex グループを作成してから、キャプティブ ポータルを適用する FlexConnect グループを選択します。



ステップ 2 「カスタム web オーバーライド」を有効にして、「外部 WebAuth URL」を入力します。



（注） この機能では、同じ WLAN で異なるキャプティブ ポータルを使用して複数のグループを作成し、グローバル WLAN レベルで設定した外部 Webauth URL を上書きできます。

リリース 8.8 でのポリシーの適用と割当量の管理

割当量の管理の場合：WLC は RADIUS ユーザ認証の変更要求を受け入れて、ユーザの接続を解除せずに同じユーザに異なる割当量を割り当てる必要があります。

この機能は以下でサポートされます。

- ローカル、ブリッジ（中央スイッチング）
- Flexconnect、Flex + ブリッジ（ローカル スイッチング）

機能の使用例：

- クライアントには、インターネットにアクセスするための 2 GB プランがあります
- AP が帯域幅の使用状況をモニタリングしてコントローラに統計情報をレポートします（帯域幅のモニタリング）
- コントローラは、IPv4 および（または）IPv6（デュアル スタック クライアント）の暫定アップデートを Radius サーバに送信します
- 特定の割当量が使い果たされるとすぐに、Radius は CoA を送信してポリシーを別のデフォルト プランに変更します（CoA オーバーライド）

- クライアントは、実際にネットワークから接続解除することなく新しいプランに移行します（即座に新しいポリシーを適用する）

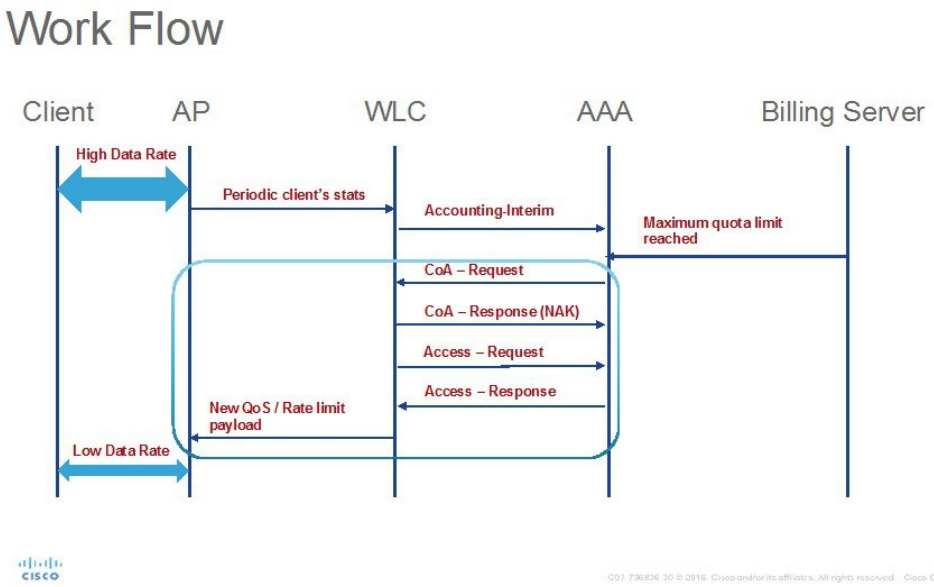
AAA からのダイナミック ポリシー

- 802.11 クライアントには、AAA サーバでの認証時に QoS ポリシーとデータ レート制限が割り当てられます。
- WLC は「実行時」のポリシーの適用をサポートしていないため、クライアントは完全な認証時に新しいポリシーを取得します
- RFC 5176 により、Change-of-Authorization（CoA）要求/応答を使用したダイナミック レート制限が許可されています
- エンド クライアントは、プリペイドまたはポストペイドのデータ プランに基づいてサービス プロバイダーによって割り当てられた最大割当量でプロビジョニングされます
- 外部の課金サーバは、クライアントごとの最大データ制限に達すると AAA に通知します

WLC での機能の実装

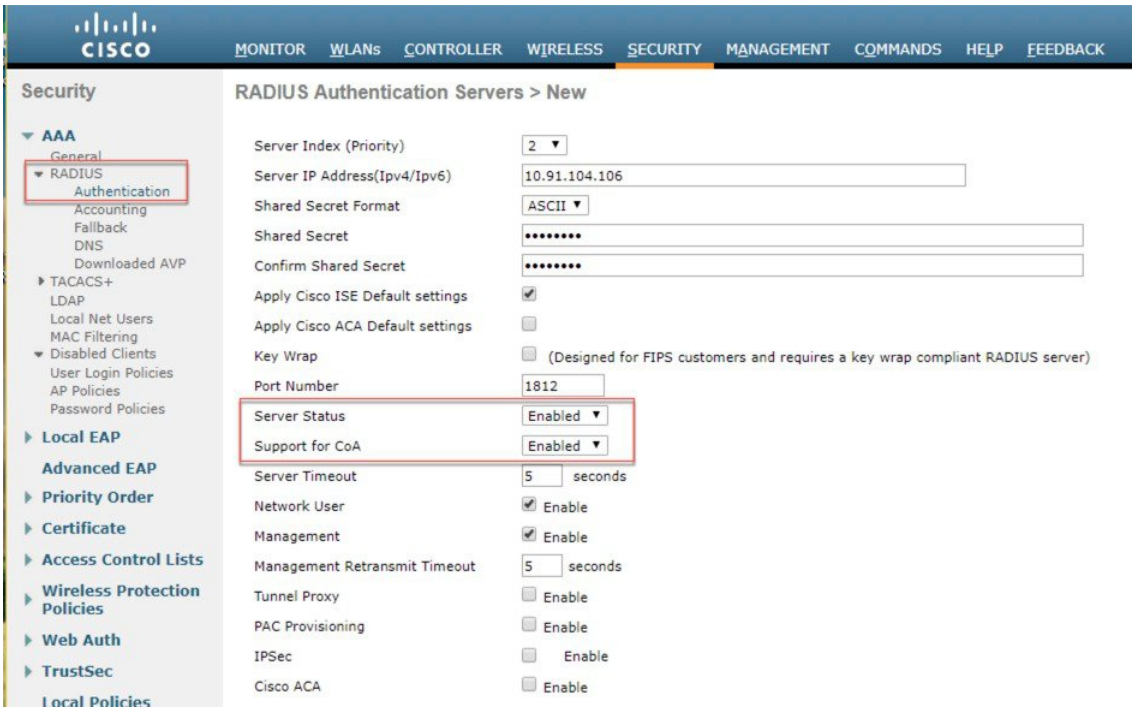
新しいポリシー/割当量を適用できるように、次の拡張機能が WLC で実装されています。

1. WLC は、クライアントの統計情報を使用して中間アカウンティングを定期的に AAA に送信します。
2. クライアントごとに割り当てられている最大割当量に達すると、AAA は service-type を「Authorize Only」に設定して state パラメータを指定した CoA-Request を送信します。
3. WLC は、CoA-NAK で service-type を「Authorize-Only」に設定して state パラメータを変更せずに応答します。
4. WLC は、service-type を「Authorize-Only」に設定して CoA-Request で受信した state パラメータを指定した Access-Request も AAA に送信します。
5. Access-Request では、CoA-Request で受信した他のセッションの属性/NAS を保持する同じ形式を使用します。
6. AAA は、レート/帯域幅の適用に関する新しいポリシーを使用した Access-Accept で応答します。
7. WLC は既存 の AP_AAA_QOS_PARAMS_PAYLOAD を使用して、これらの新しい QoS パラメータを AP に転送します。
8. AP は、新しい QoS 値を Flex ローカル スイッチド クライアントに適用します。
9. WLC または AP から、Disassociation/De-Authentication のメッセージがエンド クライアントに送信されることはありません。

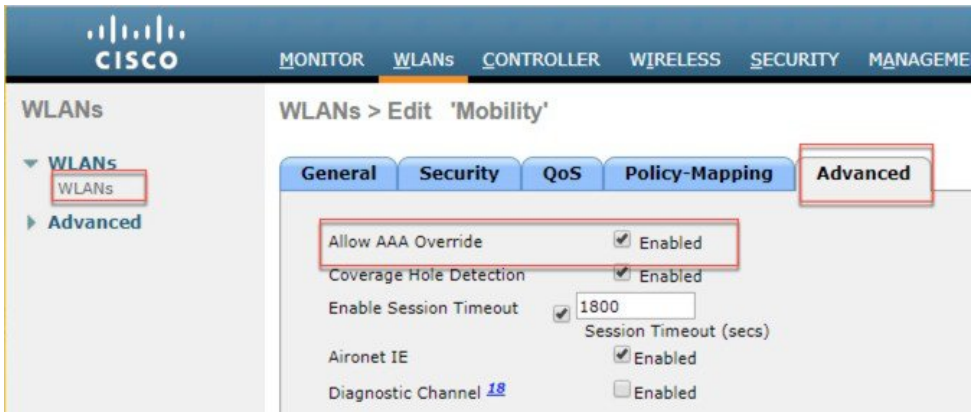


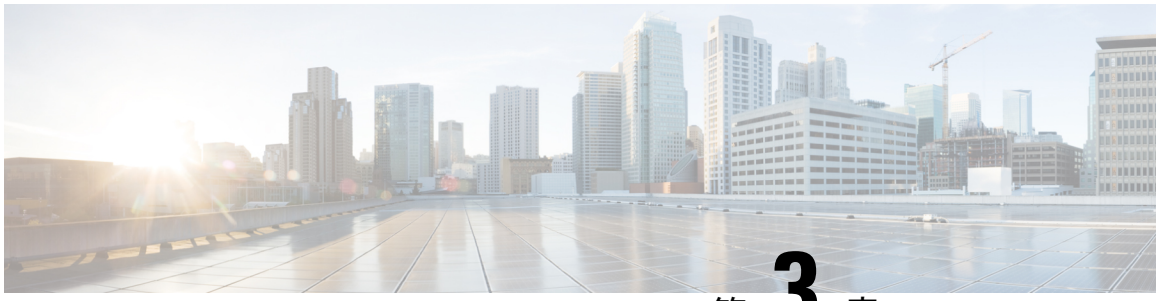
GUI からの設定

ステップ 1 次の例に示すように、[Security] > [Radius] > [Authentication] で [Support for CoA] を選択して認証サーバを設定します。



ステップ 2 以下に示すように、WLAN で AAA オーバーライドのオプションを選択します。





第 3 章

デザインの考慮事項

この章では、設計上の重要な考慮事項について説明し、ワイヤレス メッシュの設計例を示します。

屋外のワイヤレス メッシュの導入はそれぞれが独自のため、利用できる場所や障害物、利用可能なネットワーク インフラストラクチャに伴い、環境ごとに課題が異なります。主要な設計要件には、想定されるユーザ、トラフィック、および可用性のニーズによって決まる設計基準もあります。この章の内容は、次のとおりです。

- ワイヤレス メッシュの制約 （43 ページ）
- コントローラ プランニング （47 ページ）

ワイヤレス メッシュの制約

ワイヤレス メッシュ ネットワークを設計および構築する場合に考慮すべきシステムの特徴は次のとおりです。これらの一部の特徴はバックホール ネットワークの設計に関係するもので、他の特徴は CAPWAP コントローラの設計に関係します。

ワイヤレス バックホールのデータ レート

バックホールは、アクセス ポイント間でワイヤレス接続のみを作成するために使用されます。バックホール インターフェイスはアクセス ポイントに応じて、802.11a/n/ac/g から選択されます。利用可能な RF スペクトラムを効果的に使用するにはレート選択が重要です。また、レートはクライアント デバイスのスループットにも影響を与えることがあり、スループットはベンダー デバイスを評価するために業界出版物で使用される重要なメトリックです。

Dynamic Rate Adaptation（DRA）には、パケット伝送のために最適な伝送レートを評価するプロセスが含まれます。レートを正しく選択することが重要です。レートが高すぎると、パケット伝送が失敗し、通信障害が発生します。レートが低すぎると、利用可能なチャネル帯域幅が使用されず、品質が低下し、深刻なネットワーク輻輳および障害が発生する可能性があります。

データ レートは、RF カバレッジとネットワーク パフォーマンスにも影響を与えます。低データ レート（6 Mbps など）が、高データ レート（1300 Mbps など）よりもアクセス ポイントか

らの距離を延長できます。結果として、データ レートはセル カバレッジと必要なアクセス ポイントの数に影響を与えます。異なるデータ レートは、ワイヤレス リンクで冗長度の高い信号を送信することにより（これにより、データをノイズから簡単に復元できます）、実現されます。1 Mbps のデータ レートでパケットに対して送信されるシンボル数は、11 Mbps で同じパケットに使用されたシンボル数より多くなります。したがって、低ビット レートでのデータの送信には、高ビット レートでの同じデータの送信よりも時間がかり、スループットが低下します。

低ビット レートでは、MAP 間の距離を長くすることが可能になりますが、WLAN クライアント カバレッジにギャップが生じる可能性が高く、バックホール ネットワークのキャパシティが低下します。バックホール ネットワークのビット レートを増加させる場合は、より多くの MAP が必要となるか、MAP 間の SNR が低下し、メッシュの信頼性と相互接続性が制限されます。

（注） データ レートは、AP ごとにバックホールで設定できます。これはグローバル コマンドではありません。

各データ レートのバックホール リンクに必要な最小 LinkSNR を 表 1 : バックホールのデータ レートと最小 LinkSNR の要件 （44 ページ） に示します。

表 *1* : バックホールのデータ レートと最小 *LinkSNR* の要件

802.11a データ レート（Mbps）	必要な最小 LinkSNR（dB）
54	31
48	29
36	26
24	22
18	18
12	16
9	15
6	14

- LinkSNR の必要最小値は、データ レートと次の公式で決まります：最小 *SNR* + フェードマージン。

  表 2 : 802.11n のバックホール データ レートと最小 LinkSNR 要件 （45 ページ） に、データ レート別の計算をまとめています。

- 最小 SNR は、干渉とノイズがなく、システムのパケット エラー レート（PER）が 10 % 未満の理想的な状態における値です。
- 一般的なフェード マージンは約 9 ～ 10 dB です。

必要最小 LinkSNR はデータ レートによって計算されます。

表 *2 : 802.11n* のバックホール データ レートと最小 *LinkSNR* 要件

802.11n データ レート（Mbps）	空間ストリーム	必要な最小 LinkSNR（dB）
15	1	9.3
30	1	11.3
45	1	13.3
60	1	17.3
90	1	21.3
120	1	24.3
135	1	26.3
157.5	1	27.3
30	2	12.3
60	2	14.3
90	2	16.3
120	2	20.3
180	2	24.3
240	2	27.3
270	2	29.3
300	2	30.3

- 必要最小 LinkSNR を計算するために MRC の影響を考慮した場合。表 3 : 802.11a/g に必要な LinkSNR の計算 （46 ページ） は、3 本の受信アンテナ（MRC ゲイン）を使用した AP1552 および 1522 の 802.11a/g（2.4 GHz および 5 GHz）に必要な LinkSNR を示します。

  LinkSNR = 最小 SNR - MRC + フェード マージン（9 dB）

表 *3 : 802.11a/g* に必要な *LinkSNR* の計算

802.11a/g MCS（Mbps）	変調	最小 SNR（dB）	3 RX からの MRC ゲイン（dB）	フェード マージン（dB）	必要リンク SNR（dB）
6	BPSK 1/2	5	4.7	9	9.3
9	BPSK 3/4	6	4.7	9	10.3
12	QPSK 1/2	7	4.7	9	11.3
18	QPSK 3/4	9	4.7	9	13.3
24	16QAM 1/2	13	4.7	9	17.3
36	16QAM 3/4	17	4.7	9	21.3
48	64QAM 2/3	20	4.7	9	24.3
54	64QAM 3/4	22	4.7	9	26.3

表 4 : 2.4 および 5 GHz での AP1552 の LinkSNR 要件 （46 ページ） に、802.11n のレートだけを考慮する場合の 2.4 および 5 GHz の AP1552 の LinkSNR 要件を示します。

表 *4 : 2.4* および *5 GHz* での *AP1552* の *LinkSNR* 要件

空間ストリーム数	11n MCS	変調	最小 SNR（dB）	3 RX からの MRC ゲイン（dB）	フェードマージン（dB）	リンク SNR (dB)
1	MCS 0	BPSK 1/2	5	4.7	9	9.3
1	MCS 1	QPSK 1/2	7	4.7	9	11.3
1	MCS 2	QPSK 3/4	9	4.7	9	13.3
1	MCS 3	16QAM 1/2	13	4.7	9	17.3
1	MCS 4	16QAM 3/4	17	4.7	9	21.3
1	MCS 5	64QAM 2/3	20	4.7	9	24.3
1	MCS 6	64QAM 3/4	22	4.7	9	26.3
1	MCS 7	64QAM 5/6	23	4.7	9	27.3
2	MCS 8	BPSK 1/2	5	1.7	9	12.3
2	MCS 9	QPSK 1/2	7	1.7	9	14.3
2	MCS 10	QPSK 3/4	9	1.7	9	16.3
2	MCS 11	16QAM 1/2	13	1.7	9	20.3

空間ストリーム数	11n MCS	変調	最小 SNR（dB）	3 RX からの MRC ゲイン（dB）	フェードマージン（dB）	リンク SNR (dB)
2	MCS 12	16QAM 3/4	17	1.7	9	24.3
2	MCS 13	64QAM 2/3	20	1.7	9	27.3
2	MCS 14	64QAM 3/4	22	1.7	9	29.3
2	MCS 15	64QAM 5/6	23	1.7	9	30.3

（注） 2 つの空間ストリームの場合、MRC ゲインは半分になります。つまり、MRC ゲインは 3 dB 少なくなります。これは、システムに 10 ログ（3/1 SS）ではなく 10 ログ（3/2 SS）があるためです。3 つの受信で 3 SS がある場合は、MRC ゲインがゼロになります。

- バックホールのホップ数は最大 8 ですが、3 ～ 4 にすることをお勧めします。

  ホップ数は 3 か 4 に制限して、主に、十分なバックホール スループットを維持することをお勧めします。これは、各メッシュ アクセス ポイントはバックホール トラフィックの伝送と受信に同じ無線を使用するためです（つまり、スループットはホップごとに約半分になります）。たとえば、24 Mbps の最大スループットは、最初のホップで約 14 Mbps、2 番目のホップで 9 Mbps、3 番目のホップで 4 Mbps になります。

- RAP ごとの MAP 数

  RAP ごとに設定できる MAP 数について、現在ソフトウェアによる制限はありません。ただし、1 台の RAP につき 20 台の MAP に数を制限することをお勧めします。

- コントローラ数

  - モビリティ グループごとのコントローラ数は 72 に制限されます。

- コントローラごとにサポートされるメッシュ アクセス ポイントの数。

コントローラ プランニング

次の項目は、メッシュ ネットワークに必要なコントローラの数に影響します。

- ネットワーク内のメッシュ アクセス ポイント（RAP および MAP）。

  RAP とコントローラを接続する有線ネットワークは、そのネットワーク内でサポートされるアクセスポイントの総数に影響を与えることがあります。このネットワークによって、コントローラが、WLAN のパフォーマンスに影響なく、すべてのアクセス ポイントから利用できるようになっている場合、アクセスポイントはすべてのコントローラにわたって最大の効率で等しく分散できます。これに当てはまらない場合で、コントローラがさまざ

まなクラスタまたは PoP にグループ化されるとき、アクセス ポイントの総数とカバレッジは減少します。

- コントローラごとにサポートされるメッシュ アクセス ポイント（RAP および MAP）の数。表 5 : コントローラ モデル別にサポートされるメッシュ アクセス ポイント （48 ページ）を参照してください。

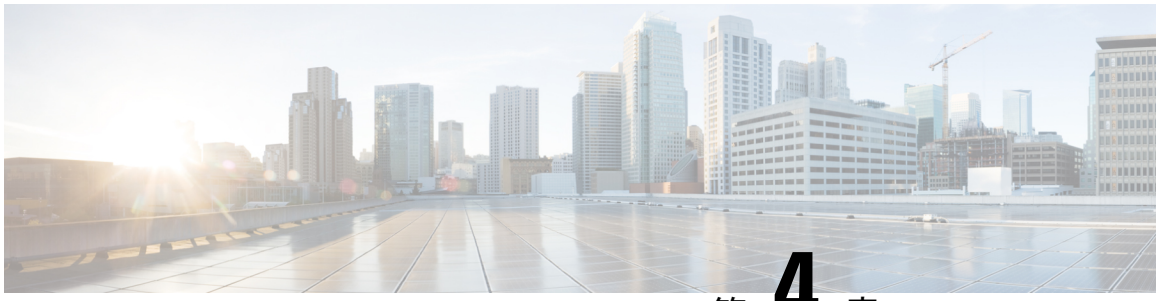
本書では、わかりやすくするために非メッシュ アクセス ポイントを、ローカル アクセス ポイントと呼びます。

表 *5:* コントローラ モデル別にサポートされるメッシュ アクセス ポイント

コントローラ モデル	ローカル AP サポート（非メッシュ）[1]	最大 メッシュ AP サポート
5508[2]	500	500
2504[3]	75	75
3504	150	150
WiSM2	500	500
5520	1500	1500
8540	6000	6000

[1] ローカル AP サポートは、コントローラモデル別にサポートされている非メッシュ AP の総数です。
[2] 5508 コントローラの場合、MAP の数は（ローカル AP サポート - RAP 数）になります。
[3] 2504 コントローラの場合、MAP の数は（ローカル AP サポート - RAP 数）になります。

（注） メッシュは Cisco 2500、3504、5508、5520、8540 および WiSM-2 コントローラで完全にサポートされています。屋内および屋外 AP には base ライセンス（LIC-CT508-Base）で十分です。WPlus ライセンス（LIC-WPLUS-SW）は、base ライセンスに含まれます。屋内メッシュ AP には WPlus ライセンスは必要ありません。



第 4 章

メッシュ導入リリース 8.4 の Air Time Fairness

• メッシュ導入リリース 8.4 の Air Time Fairness （49 ページ）

メッシュ導入リリース 8.4 の Air Time Fairness

このセクションでは、メッシュ AP の ATF を紹介し、その導入ガイドラインを提供します。このセクションでは、次のことを目的としています。

- メッシュ AP での ATF の概要を提供する
- サポートされている主要機能を紹介する
- メッシュ AP での ATF 導入および管理についての詳細を提供する

前提条件と 8.4 リリースでサポートされる機能

メッシュ ATF は、ワイヤレス LAN コントローラ上の AireOS 8.4 以降のリリースでサポートされます。メッシュ ATF は、1550/128、1570、および他のすべての IOS ベースの AP でサポートされます。

AP	1550（64 MB）	1550（128 MB）	1570	3700	1530	1540	1560
機能	–	–	—	–	–	–	–
基本メッシュ	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	8.4
Flex+メッシュ	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No

AP	1550（64 MB）	1550（128 MB）	1570	3700	1530	1540	1560
高速コンバージェンス（バックグラウンド スキャン）	No	8.3	8.3	Yes	8.3	No	8.4
RAP の有線クライアント	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	No
MAP の有線クライアント	Yes	Yes	Yes	No	Yes	No	8.4
デイジーチェーン	7.6	7.6	7.6	No	7.6	No	No
LSC	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
PSK プロビジョニング：MAP-RAP 認証	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.5	8.4
メッシュの ATF	No	8.4	8.4	8.4	No	No	No

Cisco Air Time Fairness （ATF）の使用例

公共ホットスポット（スタジアム/空港/会議場/その他）

この例では、パブリック ネットワークは 2 社以上のサービス プロバイダーと施設との間で WLAN を共有しています。各サービス プロバイダーに対するサブスクライバをグループ化して、各グループに特定の割合の通信時間を割り当てることができます。

Education

この例では、大学は、学生、教員、およびゲスト間で WLAN を共有しています。ゲスト ネットワークは、サービスプロバイダーによってさらに分割できます。各グループに特定の割合の通信時間を割り当てることができます。

一般企業、サービス業、小売業

この例では、施設は、従業員とゲスト間でWLANを共有しています。ゲストネットワークは、サービス プロバイダーによってさらに分割できます。ゲストはサービス レベルによってサブ

グループ化し、サブグループごとに特定の割合の通信時間を割り当てることができます（有料のグループには、無料のグループよりも多く割り当てるなど）。

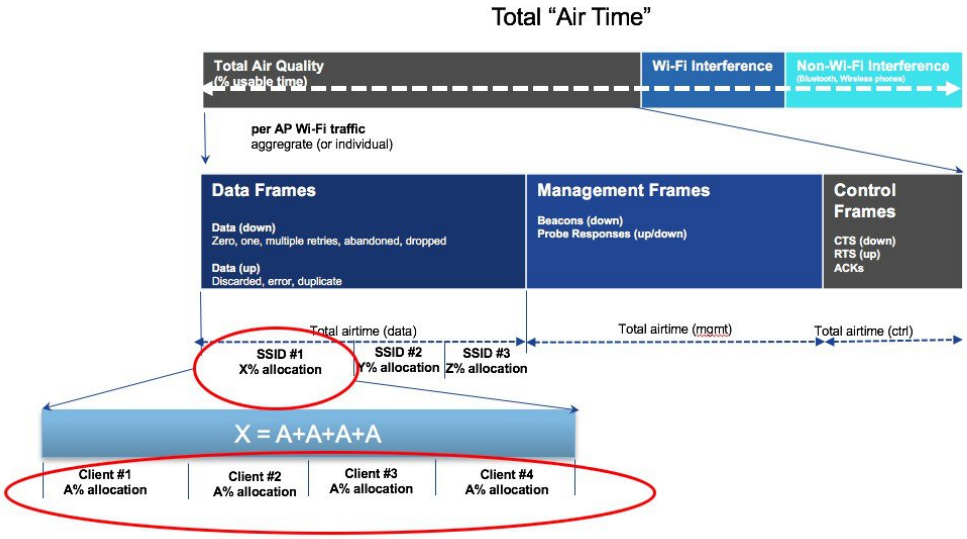
時間を共有するマネージド ホットスポット

この例では、サービスプロバイダーまたは企業など、ホットスポットを管理するビジネス主体は、通信時間を割り当てた後にその他のビジネス主体に貸すことができます。

ATF 機能

ATF 機能：

- ATF ポリシーはダウンリンク方向（AP がクライアントにフレームを送信）にのみ適用されます。ダウンリンク、つまり AP からクライアント方向の通信時間のみが、AP によって正確に制御されます。アップリンク方向、つまり、クライアントから AP への通信時間は測定できますが、厳密に制御することはできません。AP は、クライアントに送信するパケットの通信時間を抑制できますが、それぞれの通信時間を制限できないため、クライアントから「聞ける」パケットの通信時間のみを測定できます。
- ATF ポリシーはワイヤレス データ フレームにのみ適用されます。管理および制御フレームは無視されます。
- ATF が SSID ごとに設定される場合、各 SSID は設定されたポリシーに従って通信時間が許可されます。
- ATF は、通信時間ポリシーを超えるフレームをドロップするか保留するように設定できます。フレームが保留されると、問題となっている SSID に十分な通信時間が割り当てられた時点でバッファされて送信されます。もちろん、何フレームをバッファできるかについての制限があります。この制限を超えた場合、フレームがドロップされます。
- ATF はグローバルに有効または無効にすることができます。
- ATF は個々のアクセス ポイント、AP グループまたはネットワーク全体で有効または無効にすることができます。
- 割り当ては、SSID およびクライアントごとに適用されます。
- ダウンストリームだけに適用されます。
- WLC GUI/CLI および PI で設定できます。
- AP グループに対するネットワーク内のすべての AP または 1 つの AP に適用できます。
- 次のローカルモードの AP でサポートされています：**AP1260、1550-128Mb、1570、1700、2600、2700、3500、3600、3700**



メッシュの ATF 機能の概要

メッシュ AP の AirTime Fairness 機能は、以前のリリースにおけるローカル AP の ATF 機能と概念がよく似ています。機能と導入手順について、次のガイドから確認することを強くお勧めします。 http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/technology/mesh/8-2/b_Air_Time_Fairness_Phase1_and_Phase2_Deployment_Guide.html

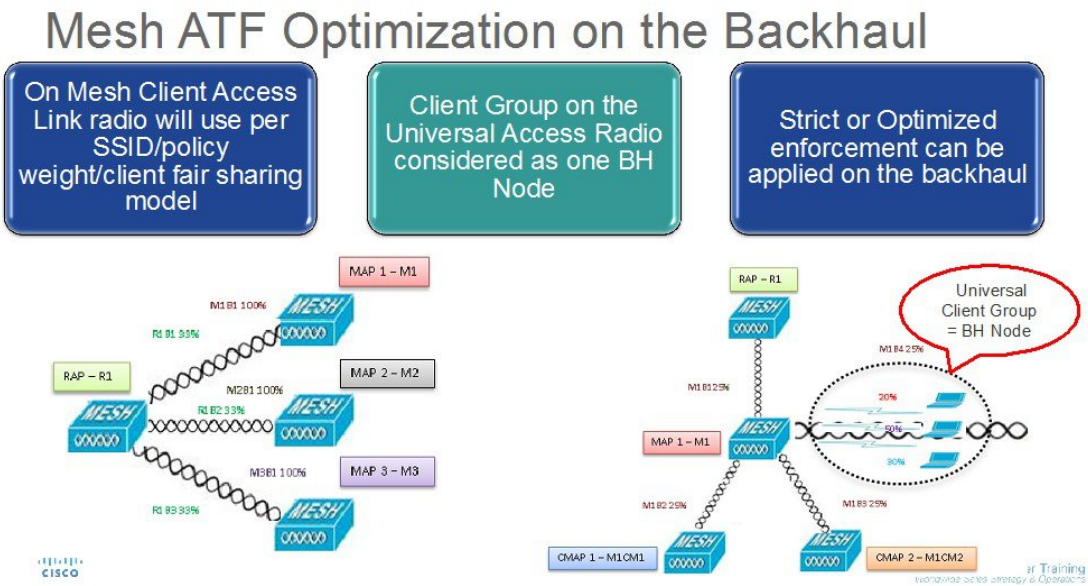
Cisco IOS 11n および 11ac 屋内向け AP を配備したエンタープライズ/高密度スタジアム向けなどの大規模な Wi-Fi 導入では、8.1 MR1 および 8.2 リリースにおける SSID ごとの Airtime Fairness（ATF）と、SSID 内のクライアントごとの Airtime Fairness を実現できています。

ATF に対する要求は大規模な屋外ワイヤレス メッシュでも高まっていますが、そこでは、各 Wi-Fi ユーザに（複数の携帯事業者が Wi-Fi ホットスポットを通じて）SLA を適用できる重要な管理機能への要求も高まっています。しかし、Wi-Fi ユーザのトラフィックはすべてワイヤレス バックホールにより MAP と RAP 間でブリッジされます。また、バックホール ノード向けのワイヤレスバックホールでは SSID という概念が存在しないため、各バックホール ノードの SSID によってポリシーを適用することができません。そのため、屋外ワイヤレス メッシュ AP で各 Wi-Fi ユーザの無線通信時間を公平に扱うための簡単なソリューションは存在しません。しかし Client Access では、シスコのユニファイド ローカル モード AP で処理される方法と同様に、（Client Fair Sharing ポリシーの有無に関わらず）SSID を介して利用時間の公平性を簡単に確保できます。

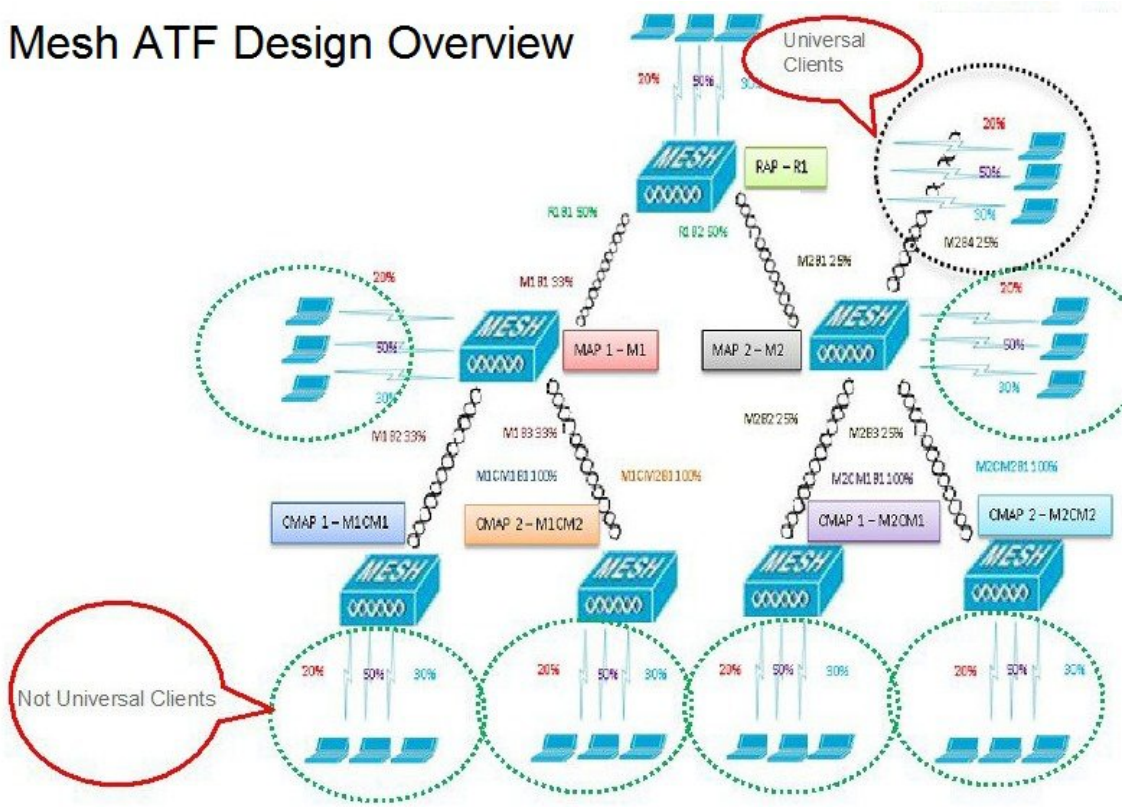
ATF をサポートするメッシュ ソリューションの概要を説明する前に、ATF について要約しておきましょう。Airtime Fairness（ATF）とは基本的に、SSID によって接続したクライアントに対して、ダウンストリーム方向の AP 無線通信時間を調整/適用するための機能です。ATF により、ワイヤレス ネットワークの各ユーザは無線通信時間の点で公平に扱われるため、SLA を（追加で）適用できます。つまり、特定 AP のワイヤレス キャパシティが特定のグループやユーザに偏ることを防止できる、重要な管理機能となります。サービス レベル契約（SLA）とは、サービス プロバイダーが提供するサービス レベルを定義した、（内/外いずれかの）サー

ビス プロバイダーとエンドユーザとの間の契約です。SLA は顧客が受けるサービスを定義するため、アウトプット ベースと言えます。

メッシュ アーキテクチャでは一般に、ワイヤレス バックホールで接続されたメッシュ AP（親/子 MAP）が同一チャネルでメッシュ（親/子 MAP 間）接続します（拡張サブ ワイヤレス バックホールについては後で説明します）。一方、ルート AP はコントローラに有線接続され、MAP はコントローラにワイヤレス接続されます。そのため、すべての CAPWAP や Wi-Fi のトラフィックは、ワイヤレス バックホールおよび RAP によりコントローラに接続されます。物理的な配置について言えば、RAP は一般に屋根または屋上に配置され、複数のホップにある MAP は（メッシュ ネットワークのセグメント化ガイドラインに基づき）間隔を置いて配置されます。そのためメッシュ ツリー内の各 MAP は、各 MAP が同じメディアにアクセスするにも関わらず、本体のダウンストリーム キャパシティを 100 % ユーザに提供できます。では、メッシュを使用しないシナリオと比較しましょう。たとえばアリーナでは、隣り合う部屋に設置された隣接するローカル モード AP により、同一チャネル上でそれぞれのクライアントに 100% のダウンストリーム キャパシティで通信を提供することになります。このため、同じメディアにアクセスする 2 台の隣接 AP に接続されたクライアントに ATF を適用できません。メッシュ ツリーの MAP についても、同じことが言えます。屋外/屋内メッシュ AP では、メッシュでないローカル モード AP が ATF をサポートするのと同様に、一般クライアントが接続されるクライアント AP で ATF をサポートしている必要があります。また、クライアント AP 上のクライアント～ RAP 間（1 ホップ）や MAP ～ RAP 間（複数ホップ）をブリッジするワイヤレス バックホールにおいても同様です。同じ SSID/ポリシー/ウェイト/Client Fair Sharing モデルを使用しているワイヤレス バックホールで ATF をサポートするのは注意が必要です。ワイヤレス バックホールには SSID がないため、常に、隠れたバックホール ノードによってトラフィックをブリッジします。その後、RAP または MAP のワイヤレス バックホールでは、ダウンストリームの無線通信時間はバックホール ノードの数に基づいて等しく公平に共有されます。このアプローチにより先述の問題を解決し、ワイヤレス メッシュ ネットワーク全体のユーザに公平性を提供します。つまり、2 番目のホップ MAP に接続するクライアントが 1 番目のホップ MAP に接続されたクライアントを失速させる中で、（MAP の Wi-Fi ユーザが物理的には分離されているものの）2 番目のホップ MAP がワイヤレス バックホールによって 1 番目のホップ MAP に接続している場合に役立ちます。このシナリオでは、ワイヤレス バックホールが一般的なユニバーサル クライアント アクセス機能を通じて通常のクライアントにも接続を提供できる場合、ATF は通常のクライアントを単一ノードとみなし、それらをグループ化します。ノードの数（バックホール ノード+通常のクライアントに対する単一ノード）に基づいて、ダウンストリームの無線通信時間を等しく公平に共有します。次のセクションでは、このソリューションを設計に組み込む方法についての詳細を説明します。



メッシュ設計の全体像はこのようになります。



ATF の動作モード

ATF モニタ モードにより、使用される全体的な通信時間の統計情報を表示して取得できます。つまり、すべての AP 送信における通信時間の使用を報告できるようになります。モニタ モードの ATF は、次のレベルで有効にできます。

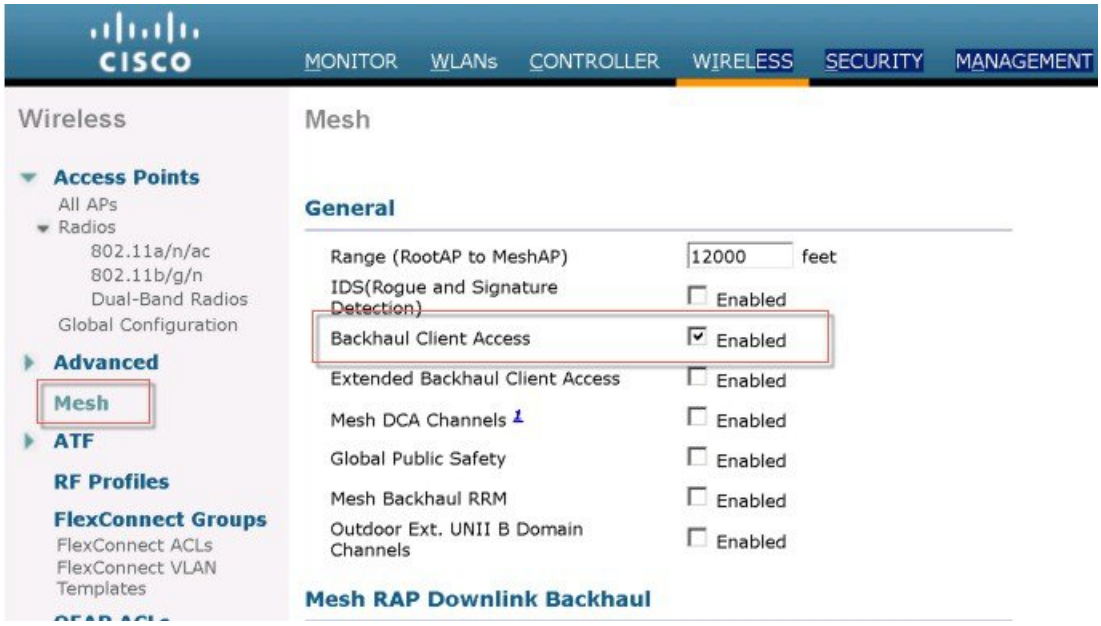
- 無効モード：デフォルトでは、ATF は WLC で無効
- モニタ モード：ネットワークの通信時間の使用状況を監視する
- 適用：ポリシー モード：ネットワークの ATF ポリシーを割り当てる
- 厳密な適用
- 最適化

メッシュの ATF の設定

メッシュの ATF を設定するには、次の手順を実行します。

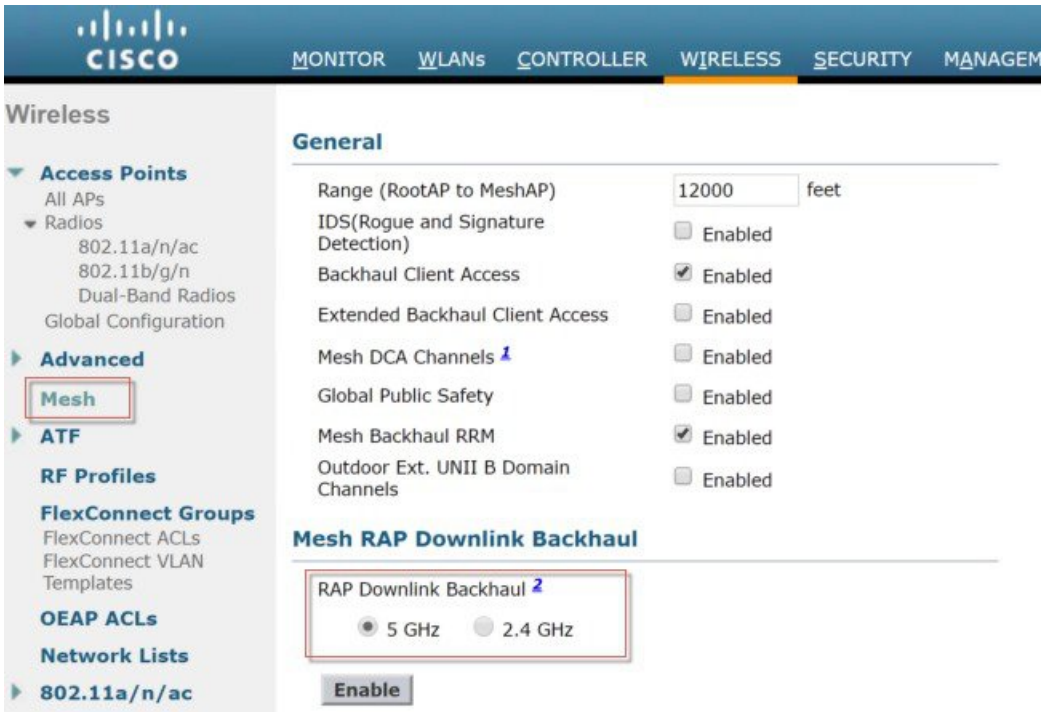
ステップ 1 [Backhaul Client Access] を有効または無効に設定します。

```
(5520-MA1) >config mesh client-access enable
```



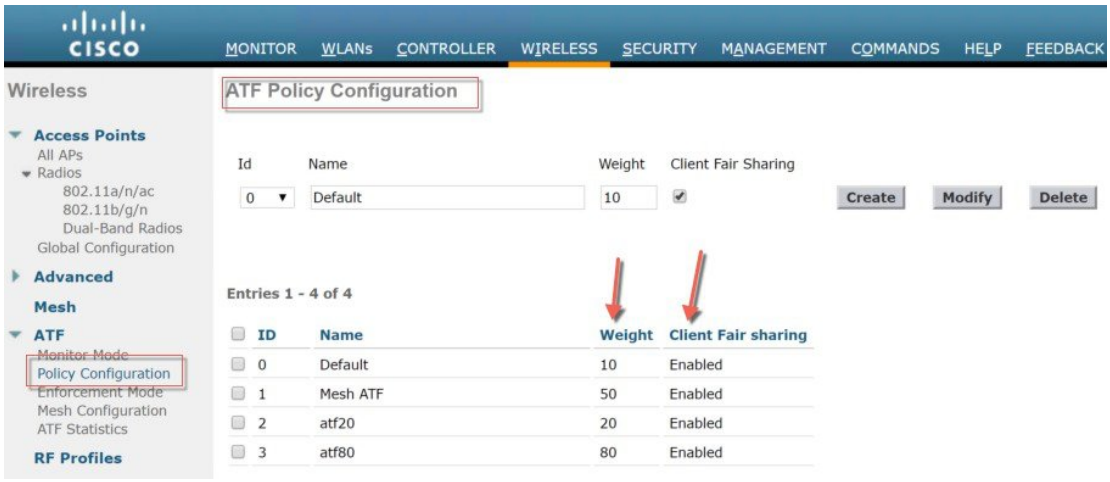
ステップ 2 [RAP Downlink Backhaul] を、[5GHz] または [2.4GHz] に設定します。

```
(5520-MA1) >config mesh backhaul slot <0/1> all
```



ステップ 3 [ATF Policy] の [Weight] と [Client Sharing] を設定します

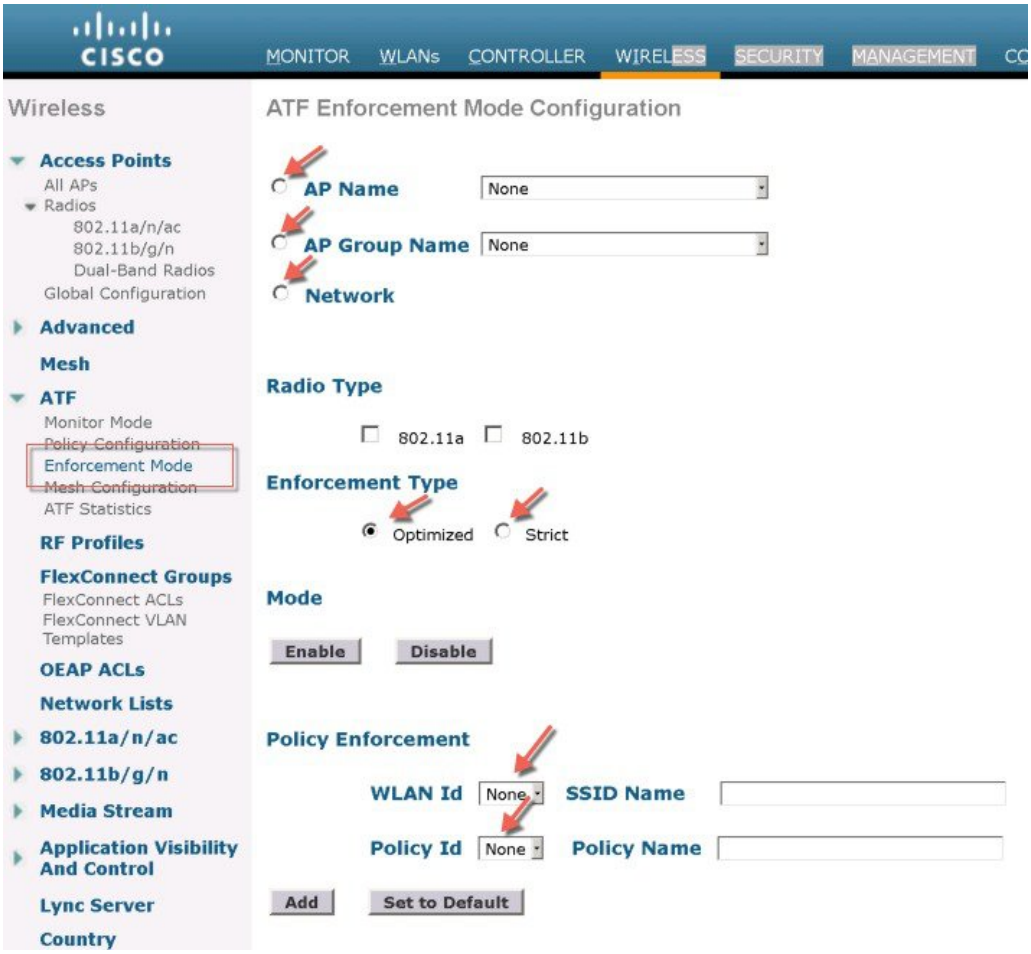
```
(5520-MA1) >config atf 802.11a mode ?

disable         Disables ATF
enforce-policy Configures ATF in enforcement mode
monitor         Configures ATF in monitor mode

(5520-MA1) >config atf 802.11a mode enforce-policy

(5520-MA1) >config atf policy create 1 mesh 25 client-sharing enable
```



ステップ 4 [Enforcement Mode] の [AP]、[AP Group]、[Network] と [Enforcement Type] を設定し、[WLAN] と [Policy] を適用します。

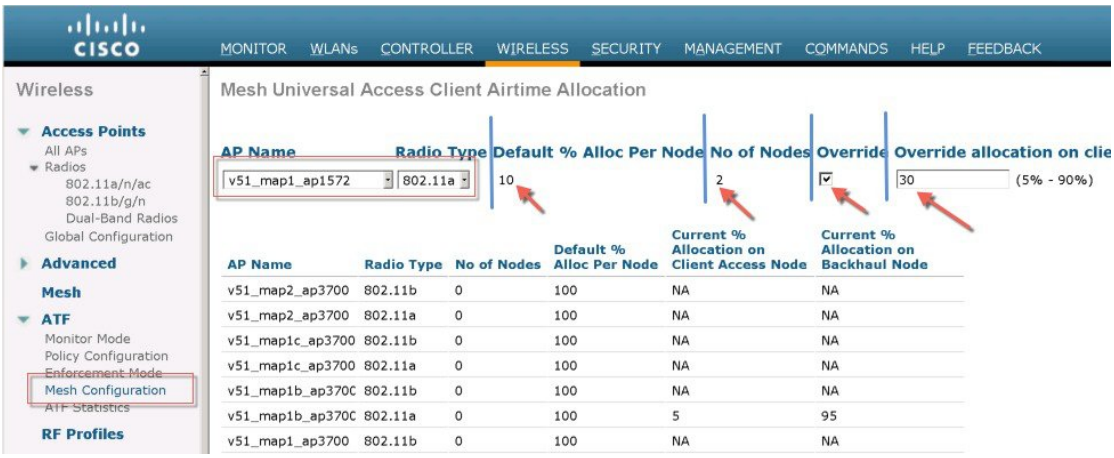
図 *10 :*

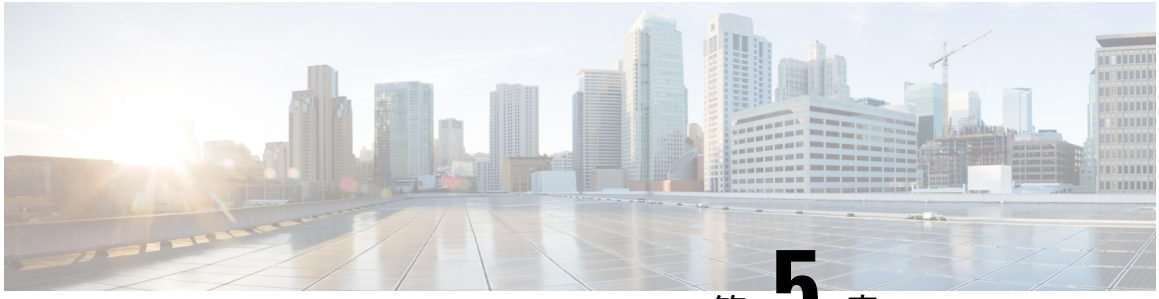
```
(5520-MA1) >config atf 802.11a optimization enable
```



ステップ 5 [Mesh Universal Access Client Airtime Allocation] を設定します。

```
> config ap atf 802.11a client-access airtime-allocation <5 - 90> <ap-name> override enable
/disable
> config ap atf 802.11b client-access airtime-allocation <5 - 90> <ap-name> override enable/disable
```


MONITOR WLANs CONTROLLER WIRELESS SECURITY MANAGEMENT COMMANDS HELP FEEDBACK
Wireless
Access Points
All APs
Radios
802.11a/n/ac
802.11b/g/n
Dual-Band Radios
Global Configuration
Advanced
Mesh
ATF
Monitor Mode
Policy Configuration
Enforcement Mode
Mesh Configuration
ATF Statistics
RF Profiles
Mesh Universal Access Client Airtime Allocation
AP Name
Radio Type
Default % Alloc Per Node
No of Nodes
Override
Override allocation on clie
v51_map1_ap1572
802.11a
10
2
30
(5% - 90%)
AP Name
Radio Type
No of Nodes
Default % Alloc Per Node
Current % Allocation on Client Access Node
Current % Allocation on Backhaul Node
v51_map2_ap3700 802.11b 0 100 NA NA
v51_map2_ap3700 802.11a 0 100 NA NA
v51_map1c_ap3700 802.11b 0 100 NA NA
v51_map1c_ap3700 802.11a 0 100 NA NA
v51_map1b_ap370C 802.11b 0 100 NA NA
v51_map1b_ap370C 802.11a 0 100 5 95
v51_map1_ap3700 802.11b 0 100 NA NA



第 5 章

サイトの準備と計画

この章では、メッシュ ネットワークのサイト準備と計画について説明します。内容は次のとおりです。

- サイト サーベイ （59 ページ）
- ワイヤレス メッシュ ネットワークのカバレッジに関する考慮事項 （67 ページ）
- 屋内メッシュと屋外メッシュの相互運用性 （94 ページ）

サイト サーベイ

機器を設置する前に、無線サイト サーベイを推奨します。サイト サーベイでは、干渉、フレネル ゾーン、または物流などの問題を明らかにします。適切なサイト サーベイには、メッシュ リンクの一時的なセットアップや、アンテナの計算が正確かどうかを判別する測定などが含まれます。穴を開けたり、ケーブルを設置したり、機器を取り付けたりする前に、それが正しい場所かどうかを確認します。

（注） 電源が準備できていないときは、Unrestricted Power Supply（UPS）を使用してメッシュ リンクに一時的に電源を入れることを推奨します。

調査前チェックリスト

サイト サーベイの前に、次のことを確認します。

- ワイヤレス リンクの長さはどのくらいか?
- 見通し（line of sight）が確保されているか?
- リンクが稼働する最小の許容データ レートは?
- これは、ポイントツーポイントのリンクか、ポイントツーマルチポイントのリンクか?
- 正しいアンテナがあるか?
- アクセス ポイントの設置場所は、アクセス ポイントの重量を支えられるか?

- 両方のメッシュ サイトの場所にアクセスできるか?
- （必要であれば）適切な権限はあるか?
- パートナーはいるか? 屋根や塔の上では、単独では決して調査や作業を行わないでください。
- オンサイトに出向く前に1500シリーズを設定したか?設定やデバイスの問題を先に解決しておくと、作業は常に楽になります。
- 作業を遂行するための適切なツールや機器があるか?

（注） 調査を行うときには、携帯電話や携行できる送受信兼用無線機があると便利です。

屋外サイト サーベイ

WLAN システムを屋外に設置するには、屋内にワイヤレスを配置する場合とは異なるスキルセットが必要です。天候による災害、雷、物理的セキュリティ、その地域の規制などを考慮に入れなければなりません。

良好なメッシュ リンクとして適切かどうかを判別する際には、そのメッシュ リンクに対し、どの無線データ レートでどのくらい遠くまでの伝送を期待しているのかを定義してください。ワイヤレス ルーティングの計算にはデータ レートが直接は含まれないため、同じメッシュ全体を通して同じデータ レートを使用することを推奨します。

メッシュ リンクの設計には、次の値を推奨します。

- MAP の配置について、街路の上では、高さ 35 フィートを超えられません。
- MAP は、地面に向かって下向きに取り付けられたアンテナと一緒に配置されます。
- 一般的な 5 GHz の RAP から MAP までの距離は、1000 ～ 4000 フィートです。
- RAP は、一般的には塔か高い建物に設置します。
- 一般的な 5 GHz の MAP から MAP までの距離は、500 ～ 1000 フィートです。
- MAP は、一般的には低い建物の上か街灯に設置します。
- 一般的な 2.4 GHz の MAP からクライアントまでの距離は、500 ～ 1000 フィートです（アクセス ポイントのタイプによって異なります）。
- クライアントは、一般的にはラップトップ、スマート フォン、タブレット、CPE です。ほとんどのクライアントは 2.4 GHz 帯で動作します。
- 2.4 GHz 帯もバックホールに使用できるリリース 8.2 以降では、2.4 GHz 帯を使用することで到達距離を若干改善できます。ただし、同時にスループットが低下する可能性があります。

見通し（Line of Sight）の判別

良好なリンクとして適切かどうかを判別する際には、そのリンクに対し、どの無線データ レートでどのくらい遠くまでの伝送を期待しているのかを定義する必要があります。非常に近い、1 キロメートル以内のリンクは、クリアなライン オブ サイト（*LOS*）（障害物のないパス）があれば容易に到達できます。

メッシュ電波は 5 GHz 帯で非常に高い周波数であるため電波波長が小さく、電力が同じであれば、低い周波数の電波ほど遠くへ行きません。この高い周波数範囲によって、メッシュはライセンス不要の使用に対して理想的なものになっています。高利得アンテナを使用して特定の方向にしっかり電波を向かせない限り、電波が遠くまで届かないためです。

この高利得アンテナ設定は、RAP を MAP に接続する場合にだけ推奨します。メッシュ リンクが 1 マイル（1.6 km）に限定されているため、メッシュの動作を最適化するのに、全方向性アンテナが使用されます。地球の屈曲は 9.6 km（6 マイル）ごとに変化するため、ライン オブ サイトの計算には影響しません。

天候

自由空間のパスロスとライン オブ サイトの他に、天候によってもメッシュ リンクの質は低下する場合があります。雨、雪、霧、多湿環境は見通し（Line of Sight）に多少の影響を与え、若干の損失（「レイン フェード」や「フェード マージン」とも呼ばれる）を生みますが、それによるメッシュ リンクへの影響はわずかです。安定したメッシュ リンクを確立したのであれば、天候が問題になることはありませんが、リンクが開始できないほど弱い場合は、悪天候でパフォーマンスが低下したりリンクのロスが引き起こされたりします。

理想的にはライン オブ サイトが必要ですが、何も見えないような吹雪ではライン オブ サイトが認められません。また、嵐で雨や雪が問題になるかもしれない一方、その逆の天気によって別の条件が引き起こされる可能性も多々あります。たとえば、アンテナはおそらくマスト パイプ上にあり、嵐がマスト パイプまたはアンテナ構造に吹き付けていて、その揺れによってリンクが行ったり来たりしたり、アンテナの上に氷や雪の大きな塊ができたりします。

フレネル ゾーン

フレネル ゾーンは、トランスミッタとレシーバの間をビジュアル化したライン オブ サイト周辺の虚楕円です。無線信号は自由空間を通って目的の場所に到達するため、フレネル エリアで障害物を検出して信号の質が低下することがあります。最高のパフォーマンスと範囲は、フレネル エリアに障害物がない場合に達成されます。フレネル ゾーン、自由空間ロス、アンテナ利得、ケーブル ロス、データ レート、リンク距離、トランスミッタ パワー、レシーバ感度、およびその他の変動要因は、メッシュ リンクがどのくらい遠くまで行くかを判別する役割を持ちます。図 11 : ポイントツーポイント リンクのフレネル ゾーン （62 ページ） に示すように、フレネル エリアの 60 ～70 % に障害物がなければ、リンクを確立できます。

図 *11* : ポイントツーポイント リンクのフレネル ゾーン

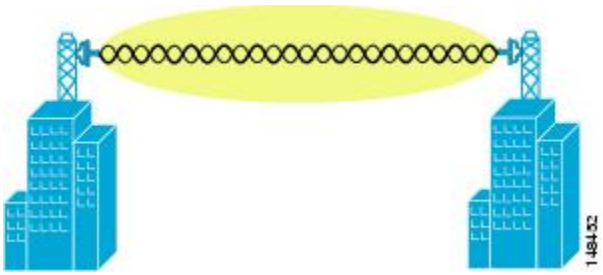
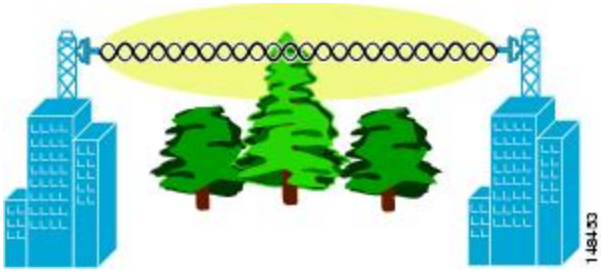


図 12 : フレネル ゾーン内の一般的な障害物 （62 ページ） は、障害物のあるフレネル ゾーンを示しています。

図 *12* : フレネル ゾーン内の一般的な障害物



パス沿いの特定の距離におけるフレネル ゾーンの半径（フィート）は、次の方程式で計算できます。

F1 = 72.6 x (d/4 x f) の平方根

値は次のとおりです。

F1 = 第一フレネル ゾーン半径（フィート）

D = パスの全長（マイル）

F = 周波数（GHz）

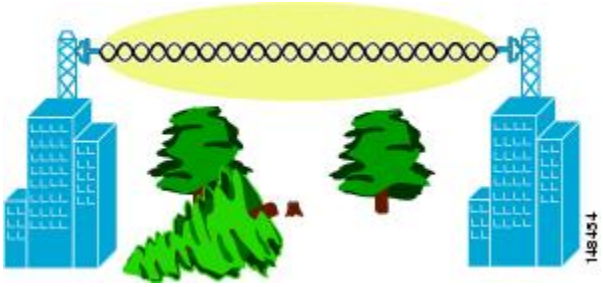
通常、第一フレネル ゾーンの 60 % のクリアランスが推奨されるため、上の公式を 60 % のフレネル ゾーン クリアランスで表すと、次のようになります。

0.60 F1= 43.3 x (d/4 x f) の平方根

これらの計算は、平坦地に基づいたものです。

図 13 : フレネル ゾーンの障害物の除去 （63 ページ） は、ワイヤレス信号のフレネル ゾーンにある障害物の除去を示しています。

図 *13* : フレネル ゾーンの障害物の除去



ワイヤレス メッシュ配置のフレネル ゾーン サイズ

予想される最小周波数 4.9 GHz におけるフレネル ゾーンの最大サイズの概算を求める場合、最小値は周波数ドメインによって異なります。記載している最小の数値は、米国の Public Safety のために割り当てられた使用可能周波数帯で、1 マイルの最大距離の場合、クリアランス要件のフレネル ゾーンは、9.78 フィート = 43.3 x 平方根 (1/(4*4.9)) です。このクリアランスは、ほとんどのソリューションで比較的簡単に達成できます。たいていの配置では、距離は 1 マイル（1.6 km）より短く、周波数は 4.9 GHz より大きいと想定され、フレネル ゾーンはより小さくなります。すべてのメッシュ配置では、フレネル ゾーンを設計の一部として考慮する必要がありますが、ほとんどの場合、フレネル クリアランス要件が問題になることはないと考えられます。

隠れノードの干渉

メッシュ バックホールは、メッシュ内のすべてのノードに同じ 802.11a チャネルを使用しますが、これによって WLAN バックホール環境に隠れノードが発生することがあります。

図 *14* : 隠れノード

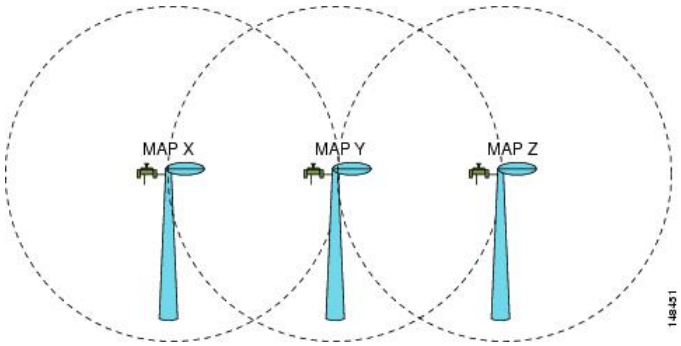


図 14 : 隠れノード （63 ページ） は、次の 3 つの MAP を示します。

- MAP X
- MAP Y
- MAP Z

MAP Y と MAP Z にとって、MAP X が RAP に戻るルートの場合、MAP X と MAP Z の両方が同時に MAP Y にトラフィックを送信する可能性があります。RF 環境のため、MAP Y は MAP X と MAP Z の両方からのトラフィックが見えますが、MAP X と MAP Z は互いが見えません。これは、キャリア検知多重アクセス（CSMA）メカニズムでは、MAP X と MAP Z が同じタイム ウィンドウ中に送信するのを止められないことを意味します。これらのフレームのどちらかが 1 つの MAP に向かうと、フレーム同士の衝突によって破損し、再送信が必要になります。

すべての WLAN で何らかの時点で隠れノードの衝突が生じる可能性がありますが、MAP の不変の特性によって、重負荷や大きなパケット ストリームなどのトラフィック条件では、隠れノードの衝突がメッシュ WLAN バックホールの永続的な機能になります。

メッシュ アクセス ポイントは同じバックホール チャネルを共有するため、隠れノードと露出ノードは、ワイヤレス メッシュ ネットワークに付きものの問題になっています。Cisco メッシュ ソリューションでは、ネットワークのパフォーマンス全体に影響するこれら 2 つの問題を、できるだけ多く探し出して軽減しています。たとえば、AP1500 には少なくとも 2 つの無線があります。1 つは 5 GHz チャネルのバックホール アクセス用で、もう 1 つは、2.4 GHz クライアント アクセス用です。また Radio Resource Management（RRM）機能は 2.4 GHz 帯で動作しますが、これによって、セルの調整と自動チャネル変更が可能であり、メッシュ ネットワーク内のコリジョン ドメインを効果的に削減できます。

この他にも、これら2つの問題をさらに軽減するためのソリューションがあります。コリジョンを減らして高負荷条件での安定性を向上させるため、802.11 MAC では、コリジョン発生が認識されたときに急激なバックオフ アルゴリズムが使用され、競合ノードが急激にバックオフしてパケットを再送信します。理論上、ノードが再試行すればするほど、コリジョンの可能性は小さくなります。実際には、競合するステーションが2つだけあって、隠れステーションになっていなければ、コリジョンはおそらく、ほんの3回も再試行するだけで、無視できるものになるでしょう。もっと多くの競合ステーションがある場合には、コリジョンが増加すると考えられます。そのため、同じコリジョン ドメインに数多くの競合ステーションがある場合、再試行制限回数を多くし、最大コンテンション ウィンドウを大きくする必要があります。さらに、ネットワーク内に隠れノードがある場合には、コリジョンは急激には減らないものと考えられます。この場合、隠れノードの問題を軽減するために、RTS/CTS 交換が使用できます。

優先される親（Preferred Parent）の選択

MAP に対して優先される親を設定できます。この機能を使用すると、細かい制御が可能になり、メッシュ環境で直線的なトポロジを適用できます。AWPP を省略し、優先される親への移行を強制できます。

優先される親の選択基準

子 AP は、次の基準に基づいて優先される親を選択します。

- 優先される親は最良の親です。
- 優先される親には少なくとも 20 dB のリンク SNR があります（他の親はどんなに優れていても無視されます）。

- 優先される親には 12 dB ～ 20 dB の範囲内のリンク SNR がありますが、他の親がそれよりも優れていることはありません（つまり、SNR が 20 % 以上優れている）。SNR が 12 dB 未満の場合、設定は無視されます。
- 優先される親はブラックリストに掲載されません。
- 優先される親は、DFS のため、サイレント モードになりません。
- 優先される親は同じブリッジ グループ名（BGN）に属します。設定された優先される親が同じ BGN に属さず、他の親が利用可能でない場合、子はデフォルトの BGN を使用して親 AP に join します。

優先される親の設定

優先される親を設定するには、次のコマンドを入力します。

```
(Cisco Controller) > config mesh parent preferred AP_name MAC
```

値は次のとおりです。

- *AP_name* は、指定する必要がある子 AP の名前です。
- *MAC* は、指定する必要がある優先される親の MAC アドレスです。

（注） 優先される親を設定する場合、目的の親に対して実際のメッシュ ネイバーの MAC アドレスを指定してください。この MAC アドレスは base radio MAC アドレスで、最後の文字が f になります。たとえば、base radio MAC アドレスが 00:24:13:0f:92:00 の場合、優先される親として 00:24:13:0f:92:0f を指定する必要があります。これが、メッシュ ネイバー関係に使用される実際の MAC アドレスです。

次に、MAP1SB アクセス ポイントの優先される親を設定する例を示します。00:24:13:0f:92:00 は、優先される親の MAC アドレスです。

```
(Cisco Controller) > config mesh parent preferred MAP1SB 00:24:13:0f:92:0f
```

コントローラの GUI を使用して優先される親を設定する手順は、次のとおりです。

1. [Wireless] > [Access Points] > [AP_NAME] > [Mesh] を選択します。
2. [Preferred Parent] テキスト ボックスに優先される親の MAC アドレスを入力します。

（注） [Preferred Parent] の値をクリアするには、[Preferred Parent] テキスト ボックスで何も入力**しないでください**。

3. [Apply] をクリックします。

（注） 優先される親が入力されると、その他のメッシュ設定は、同時に設定できません。変更を適用してから 90 秒間待ってから、他のメッシュの変更を行うことができます。

関連コマンド

優先される親の選択に関連するコマンドは次のとおりです。

- 設定された親を削除するには、次のコマンドを入力します。

```
(Cisco Controller) > config mesh parent preferred AP_name none
```

- 子 AP の優先される親として設定された AP に関する情報を取得するには、次のコマンドを入力します。

```
(Cisco Controller) > show ap config general AP_name
```

次に、MAP1SB アクセス ポイントの設定情報を取得する例を示します。00:24:13:0f:92:00 は優先される親の MAC アドレスです。

```
(Cisco Controller) > show ap config general MAP1

Cisco AP Identifier.............................. 9
Cisco AP Name.................................... MAP1
Country code..................................... US - United States
Regulatory Domain allowed by Country.............. 802.11bg:-A 802.11a:-A
AP Country code.................................. US - United States
AP Regulatory Domain............................. 802.11bg:-A 802.11a:-A
Switch Port Number .............................. 1
MAC Address...................................... 12:12:12:12:12:12
IP Address Configuration......................... DHCP
IP Address....................................... 209.165.200.225
IP NetMask....................................... 255.255.255.224
CAPWAP Path MTU.................................. 1485
Domain...........................................
Name Server......................................
Telnet State..................................... Disabled
Ssh State........................................ Disabled
Cisco AP Location................................ default location
Cisco AP Group Name.............................. default-group
Primary Cisco Switch Name........................ 4404
Primary Cisco Switch IP Address.................. 209.165.200.230
Secondary Cisco Switch Name......................
Secondary Cisco Switch IP Address................ Not Configured
Tertiary Cisco Switch Name....................... 4404
Tertiary Cisco Switch IP Address................. 3.3.3.3
Administrative State ............................ ADMIN_ENABLED
Operation State ................................. REGISTERED
Mirroring Mode .................................. Disabled
AP Mode ......................................... Local
Public Safety ................................... Global: Disabled, Local: Disabled
```

```
AP subMode ..................................... WIPS
Remote AP Debug ................................ Disabled
S/W  Version ................................... 5.1.0.0
Boot  Version .................................. 12.4.10.0
Mini IOS Version ............................... 0.0.0.0
Stats Reporting Period ......................... 180
LED State....................................... Enabled
PoE Pre-Standard Switch......................... Enabled
PoE Power Injector MAC Addr..................... Disabled
Power Type/Mode................................. PoE/Low Power (degraded mode)
Number Of Slots................................. 2
AP Model........................................ AIR-LAP1252AG-A-K9
IOS Version..................................... 12.4(10:0)
Reset Button.................................... Enabled
AP Serial Number................................ serial_number
AP Certificate Type............................. Manufacture Installed
Management Frame Protection Validation.......... Enabled (Global MFP Disabled)
AP User Mode.................................... CUSTOMIZED
AP username..................................... maria
AP Dot1x User Mode.............................. Not Configured
AP Dot1x username............................... Not Configured
Cisco AP system logging host.................... 255.255.255.255
AP Up Time...................................... 4 days, 06 h 17 m 22 s
AP LWAPP Up Time................................ 4 days, 06 h 15 m 00 s
Join Date and Time.............................. Mon Mar 3 06:19:47 2008

Ethernet Port Duplex............................ Auto
Ethernet Port Speed............................. Auto
AP Link Latency................................. Enabled
 Current Delay.................................. 0 ms
 Maximum Delay.................................. 240 ms
 Minimum Delay.................................. 0 ms
 Last updated (based on AP Up Time)............. 4 days, 06 h 17 m 20 s
Rogue Detection................................. Enabled
AP TCP MSS Adjust............................... Disabled
Mesh preferred parent........................... 00:24:13:0f:92:00
```

同一チャネルの干渉

隠れノードの干渉以外に、同一チャネルの干渉もパフォーマンスに影響する可能性があります。同一チャネルの干渉は、同じチャネルの隣接する無線がローカル メッシュ ネットワークのパフォーマンスに干渉するときに発生します。この干渉は、CSMAによるコリジョンまたは過度の遅延という形で現れます。いずれの場合でも、メッシュ ネットワークのパフォーマンスが低下します。適切なチャネル管理をすれば、ワイヤレス メッシュ ネットワーク上の同一チャネルの干渉は最小化できます。

ワイヤレスメッシュネットワークのカバレッジに関する考慮事項

この項では、それぞれのドメインでの準拠条件を守るために、都心もしくは郊外の地域で、最大のワイヤレス LAN カバレッジについて考慮する必要のある項目についてまとめています。

次の推奨事項は、障害物のない平坦地（新規導入）を前提としています。

そのエリアの実際の見積もりやBOM作成を開始する前に、サイトサーベイを行うことを常に推奨します。

セルのプランニングと距離

Cisco 1500 シリーズ アクセス ポイント向け

RAP と MAP の比率はプランニングの開始点です。一般的なプランニングとして、現在の比率は RAP ごとに 20 MAP になっています。

非音声ネットワークでのセルのプランニングと距離について、次の値を推奨します。

- RAP と MAP の比率：推奨最大比率は、RAP ごとに 20 の MAP です。
- AP 間の距離：各メッシュ アクセス ポイント間に 2000 フィート（609.6 m）以下の間隔をあけることを推奨します。バックホール上でメッシュ ネットワークを拡張する（クライアント アクセスなし）場合、セルの半径には 1000 フィート（304.8 m）を使用してください。
- ホップ数：3 ～ 4 ホップ
  - 1 平方マイル（1 マイル = 52,802 フィート）は 9 セルに相当し、およそ 3 つまたは 4 つのホップでカバーできます（図 15：非音声メッシュ ネットワークにおける半径 1000 フィートのセルとアクセス ポイントの位置 （69 ページ）および図 16：2.3 ～ 2.7 のパス損失指数 （69 ページ）を参照）。
- 2.4 GHz の場合、ローカル アクセス セル サイズの半径は 600 フィート（182.88 m）です。1 つのセル サイズは、およそ 1.310 x 106 で、1 平方マイルあたりのセルは 25 個です。（図 17：非音声メッシュ ネットワークにおける半径 600 フィートのセルとアクセス ポイントの位置 （70 ページ） および図 18：2.5 ～ 3.0 のパス損失指数 （70 ページ） を参照）。

図 *15* : 非音声メッシュ ネットワークにおける半径 *1000* フィートのセルとアクセス ポイントの位置

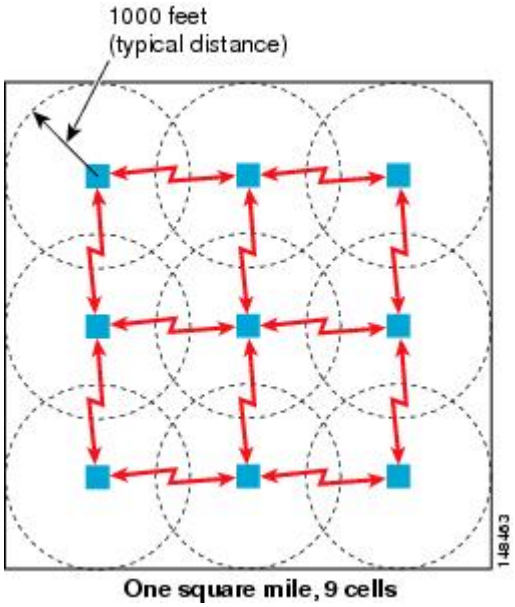


図 *16* : *2.3* ～ *2.7* のパス損失指数

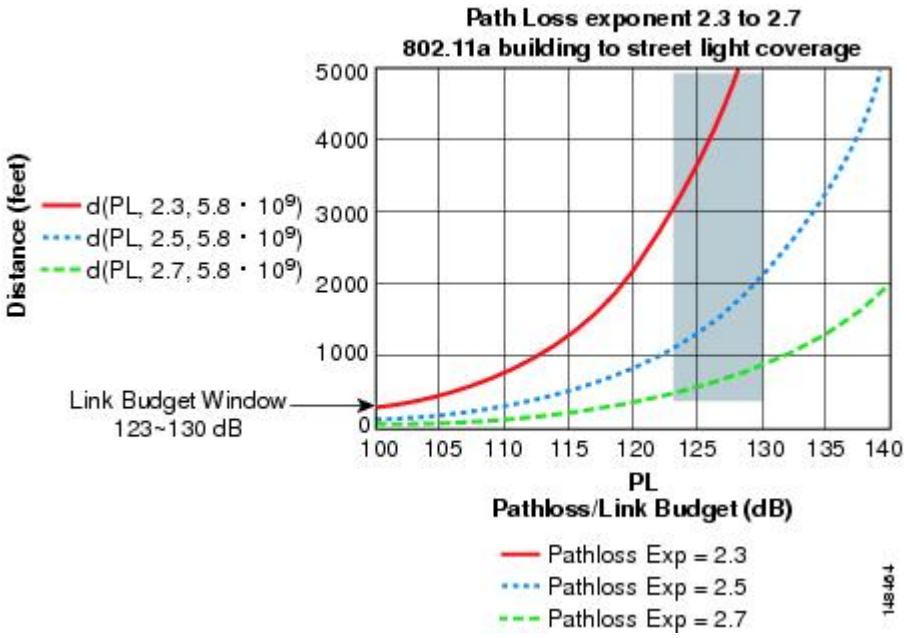


図 *17* : 非音声メッシュ ネットワークにおける半径 *600* フィートのセルとアクセス ポイントの位置

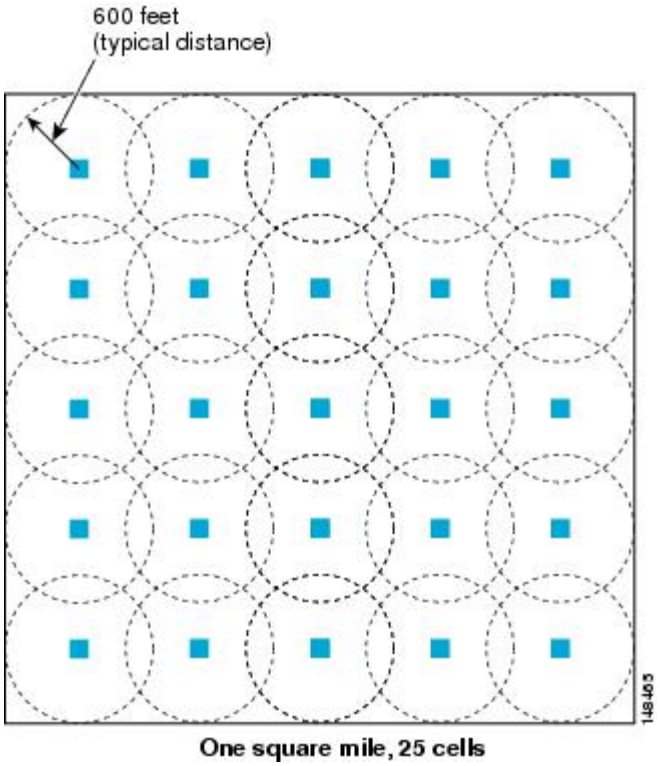
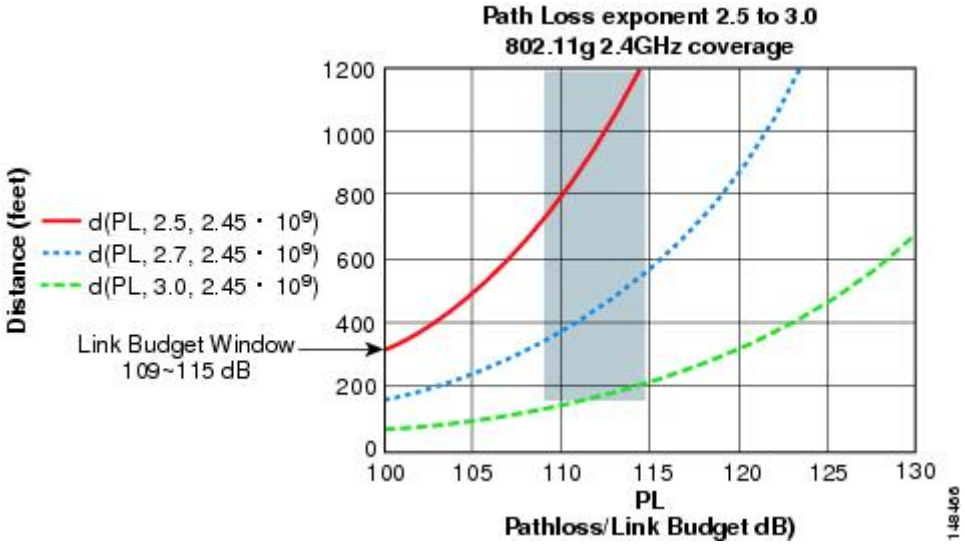


図 *18* : *2.5* ～ *3.0* のパス損失指数



Cisco 1550 シリーズ アクセス ポイント向け

前の項で説明したように、セル半径は 600 フィート、AP 間の距離は 1200 フィートを推奨します。通常、AP 間の距離は AP からクライアントまでの距離の 2 倍にすることを推奨します。つまり、AP 間の距離を半分にすると、おおよそのセル半径になります。

AP1500 シリーズは 802.11n に対応しているため、到達範囲とキャパシティは比較的優れています。ダウンストリームの ClientLink（ビームフォーミング）、アップストリームの MRC による高いレシーバ感度、複数のトランスミッタ ストリームといった利点に加え、チャネル ボンディングなどの 802.11n の利点もあります。1552 アクセス ポイントは、比較的大容量のセルを提供できます。

（注） リンク バジェットは国のドメインによって異なります。この項では、最も広く流通し、大きなドメインである -A と -E を考慮して説明します。

2.4 および 5 GHz 帯の AP1572 シリーズと AP1552 シリーズのリンク バジェットの比較（-A ドメイン）

表 6 : -A/-B ドメインの 2.4 GHz 帯のリンク バジェット比較 （71 ページ）を参照してください。

表 *6 : -A/-B* ドメインの *2.4 GHz* 帯のリンク バジェット比較

パラメータ	Cisco 1552（-A ドメイン）	Cisco 1532（-A ドメイン）	Cisco 1562（-A ドメイン）	Cisco 1572（-B ドメイン）
周波数帯	2412 ～ 2462 MHz	2412 ～ 2462 MHz	2412 ～ 2462 MHz	2412 ～ 2462 MHz
エア インターフェイス	802.11b/g/n	802.11a/b/g/n/acW2	802.11a/b/g/n/acW2	802.11 a/b/g/n
チャネル帯域幅	20 MHz	20 MHz	—	20 MHz
Tx 空間ストリーム数	2	1562I の場合は 3SS、1562E/D モデルの場合は2SS	1562I の場合は 3SS、1562E/D モデルの場合は2SS	3SS
PHY データ レート	最大 144 Mbps[4]	3SS では最大で 216 Mbps、2SS では 144 Mbps	3SS では最大で 216 Mbps、2SS では 144 Mbps	最大 216 Mbps
供給 Tx 電力	28 dBm、複合[5]	1562I の場合は 29 dBm 1562E/D の場合は 27 dBm	1562I の場合は 29 dBm 1562E/D の場合は 27 dBm	30 dBm

パラメータ	Cisco 1552（-A ドメイン）	Cisco 1532（-A ドメイン）	Cisco 1562（-A ドメイン）	Cisco 1572（-B ドメイン）
Rx 感度	6 Mbps で –94 dBm 54 Mbps で –79 dBm 150 Mbps で -73 dBm	6 Mbps で -92 dBm 54 Mbps で -76 dBm 216 Mbps で -71 dBm	6 Mbps で -92 dBm 54 Mbps で -76 dBm 216 Mbps で -71 dBm	6 Mbps で -93 dBm 54 Mbps で -81 dBm 216 Mbps で -76 dBm
受信チャネル数	3	3 または 2	3 または 2	4
Rx ダイバーシティ	MRC	MRC	MRC	MRC
アンテナ ケーブル損失	0.5 dB（外部アンテナ使用）	0.5 dB（外部アンテナ使用）	0.5 dB（外部アンテナ使用）	0.5 dB（外部アンテナ使用）

[4] 2.4 GHz での 40 MHz チャネル ボンディングは適用されません。そのため、最大データ レートは 144 Mbps です。

[5] 複合電力は、AP1552 で 2 つの送信ストリームが有効な場合の電力です。

5 GHz 帯については、表 7 : -A/-B ドメインの 5 GHz 帯のリンク バジェット比較 （72 ページ）を参照してください。

表 *7 : -A/-B* ドメインの *5 GHz* 帯のリンク バジェット比較

パラメータ	Cisco 1552（-A ドメイン）	Cisco 1532（-A ドメイン）	Cisco 1562（-A/B ドメイン）	Cisco 1572（-B ドメイン）
周波数帯	5745 ～ 5825 MHz	5.180 ～ 5.240 GHz 5.260 ～ 5.320 GHz 5.500 ～ 5.560 GHz 5.680 ～ 5.720 GHz 5.745 ～ 5.825 GHz	5.180 ～ 5.240 GHz 5.260 ～ 5.320 GHz 5.500 ～ 5.560 GHz 5.680 ～ 5.720 GHz 5.745 ～ 5.825 GHz	5.180 ～ 5.240 GHz 5.260 ～ 5.320 GHz 5.500 ～ 5.560 GHz 5.680 ～ 5.720 GHz 5.745 ～ 5.825 GHz
エア インターフェイス	802.11a/n	802.11a/b/g/n/acW2	802.11a/b/g/n/acW2	802.11a/n/ac
チャネル帯域幅	20 MHz、40 MHz	20 MHz、40 MHz、80 MHz	20 MHz、40 MHz、80 MHz	20 MHz、40 MHz、80 MHz

パラメータ	Cisco 1552（-A ドメイン）	Cisco 1532（-A ドメイン）	Cisco 1562（-A/B ドメイン）	Cisco 1572（-B ドメイン）
Tx 空間ストリーム数	2	2	3 または 2	3
PHY データ レート	最大 300 Mbps	最大 300 Mbps	1.300/867 Mbps	最大 1.3 Gbps
供給 Tx 電力	28 dBm、複合	27 dBm	29 または 27 dBm	30 dBm
Rx 感度	6 Mbps で –92 dBm 54 Mbps で –76 dBm 300 Mbps で –72 dBm	6 Mbps で –94 dBm 54 Mbps で –80 dBm 1300 Mbps で -65 dBm	6 Mbps で –94 dBm 54 Mbps で –80 dBm 1300 Mbps で -65 dBm	6 Mbps で –92 dBm 54 Mbps で –80 dBm 1300 Mbps で -60 dBm

5 GHz では、40 MHz チャネルを形成する 20 MHz チャネル ボンディングが使用可能です。これにより、データ レートを 300 Mbps まで増加できます。

前の項で説明したように、パス損失指数（PLE）とリンク バジェットのウィンドウは連動します。完全なクリア パスの場合、PLE は 2.0 です。AP 間の場合、AP からクライアントまでよりクリアランスが大きくなります。AP 間では、PLE を 2.3 とすることができます。これは両方の AP の高さが約 10 m と見なすことができるためで、ライン オブ サイトが適切であることを意味します（ただし、フレネル ゾーン クリアランスはありません）。

AP からクライアントまでの場合、クライアントは 1 m の高さにあるので、PLE は 2.5 以上必要です。そのため、フレネル ゾーン クリアランスが小さくなります。これは 2.4 GHz および 5 GHz の両周波数帯に該当します。

5 GHz をメッシュのバックホールとして使用するので、-A ドメインの 5 GHz の AP 間リンク バジェットについて考えてみましょう。範囲を予測するためにレガシー データ レートを 9 Mbps とします。

（注） これは、屋外 802.11n AP の最も低いデータ レートで、シスコの ClientLink（レガシー クライアントに対するビームフォーミング）のメリットを受けられます。ClientLink は、ダウンリンク方向に最大 4 dB のゲインを提供します。

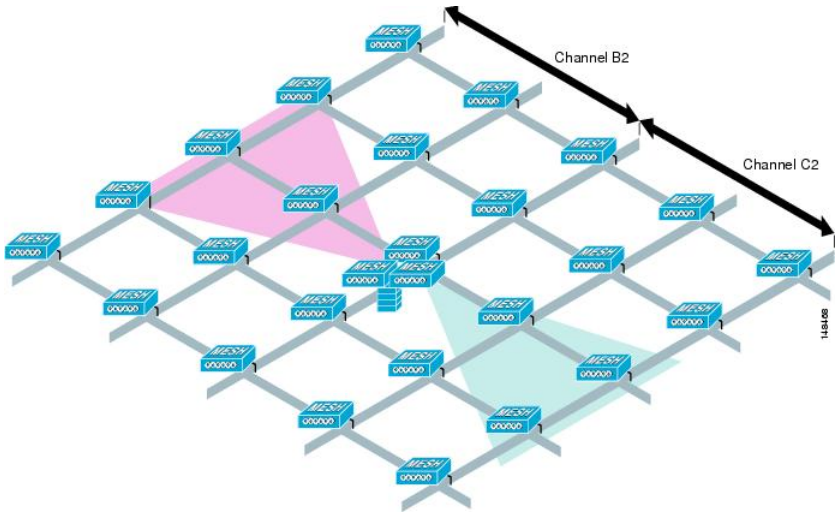
Cisco レンジ カルキュレータの前提条件

- 一覧表示された規制ドメインの送信電力および EIRP の制限内に収まるようレンジ カルキュレータが編集されていますが、この制限を超える場合があります。取り付けは、取り付ける地域の法律に従って行う必要があります。

- 効果的なパフォーマンスを実現するために、外部アンテナモデルに対してすべてのアンテナ ポートを使用する必要があります。使用しない場合は、レンジが大幅に減少します。
- 送信電力は、両方の送信パスの総複合電力です。
- 受信感度は、3 つのすべての受信パスの複合感度です。つまり、MRC が含まれます。
- レンジ カルキュレータでは、ClientLink（ビームフォーミング）がオンになっていることを前提とします。
- レンジカルキュレータを使用する場合に、規制ドメイン、選択されたアンテナ（またはアンテナ利得）、および選択されたデータ レートに基づいて、利用可能な電力レベルが変わります。パラメータの変更後にすべてのパラメータを確認する必要があります。
- デフォルトで利用可能な2つとは異なるアンテナを選択できます。高利得アンテナを入力し、EIRP 制限を超える電力を選択した場合は、警告が表示され、範囲が 0 になります。
- アクセス ポイントで認定されたチャネルのみを選択できます。
- 有効な電力レベルのみを選択できます。

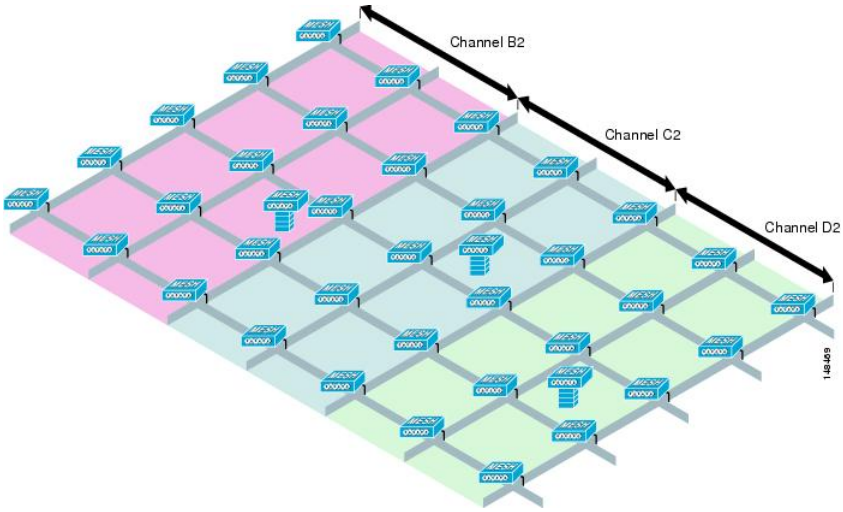
図 19 : 複数の RAP の PoP （74 ページ） に示した RAP は、開始点に過ぎません。ゴールは、RAP のロケーションを RF アンテナの設計と組み合わせて使用し、セルのコア内で MAP に適切な RF リンクを確立することです。これは、RAP の物理的なロケーションをセルの端にでき、指向性アンテナが、セルのセンターへのリンクの確立に使用されることを意味します。そのため、図 19 : 複数の RAP の PoP （74 ページ） に示すように、RAP の有線ネットワークのロケーションが、複数のセルの RAP に対するホストの役割をする可能性があります。

図 *19* : 複数の *RAP* の *PoP*



基本のセルの構成が決まれば、そのセルを複製して、もっと広いエリアをカバーできるようにできます。セルを複製する際は、すべてのセルに同じバックホールチャネルを使用するか、セルごとにバックホール チャネルを変えるかを決める必要があります。図 20 : 複数の RAP および MAP のセル （75 ページ） の例では、セルごとにさまざまなバックホール チャネル（B2、C2、および D2）が選択され、セル間の同一チャネル干渉を減らしています。

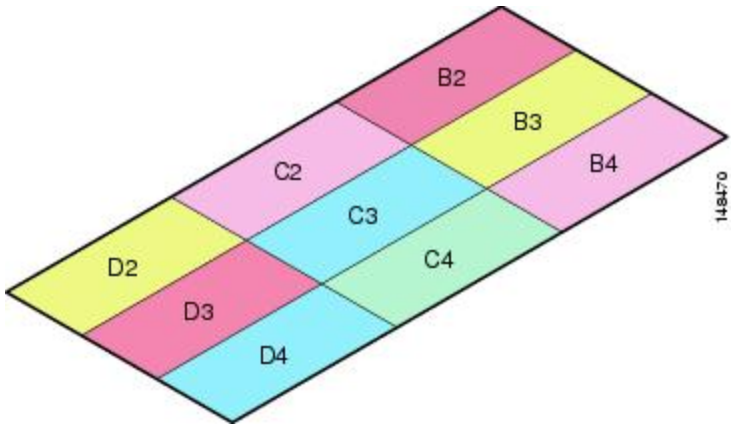
図 *20* : 複数の *RAP* および *MAP* のセル



さまざまなチャネルを選択すると、より早いメッシュ コンバージェンスが犠牲になり、セル境界の同一チャネル干渉が減ります。MAP は seek モードにフォール バックして隣接セルのネイバーを検出する必要があるためです。高トラフィック密度のエリアで、同一チャネル干渉は、RAP の周辺に最大の影響を与えます。RAP が 1 つのロケーションでクラスタ化されている場合、別のチャネル戦略によって最適なパフォーマンスが得られると考えられ、また、RAP がセル間で分散している場合には、同じチャネルを使用しても、パフォーマンスはほとんど低下しないと考えられます。

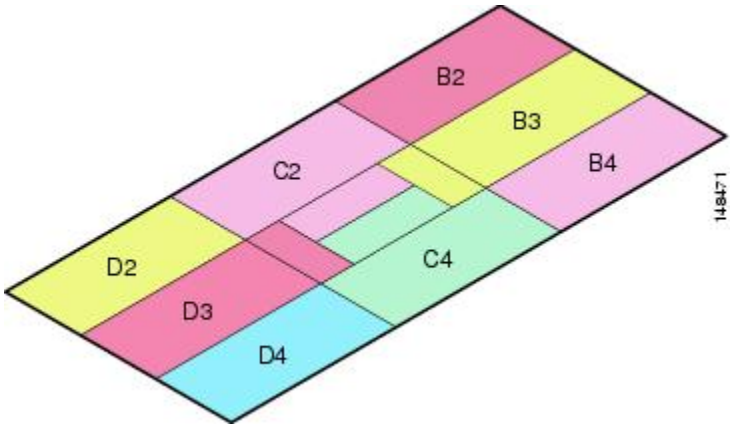
複数のセルをレイアウトする際には、標準の WLAN 計画に似たチャネル計画を使用し、チャネルのオーバーラップを回避してください（図 21 : さまざまなセルのレイアウト （75 ページ）を参照）。

図 *21* : さまざまなセルのレイアウト



メッシュが RAP 接続のロスをカバーするよう拡張されている場合には、できれば、チャネル計画でチャネル オーバーラップを最小にする必要もあります（図 22 : フェールオーバー カバレッジ （76 ページ） を参照）。

図 *22:* フェールオーバー カバレッジ



メッシュ アクセス ポイントの配置

次の推奨事項は、複数の AP1500 を同じタワーに配置する際に必要なアンテナ分離を決めるためのガイドラインとしてください。アンテナ、伝送パワー、およびチャネル間隔の推奨最小区切りについて記載しています。

適切な間隔をあけてアンテナを選択するのは、アンテナの放射パターンや自由空間パス損失、隣接または代替隣接のチャネル レシーバ拒否によって十分な分離をするのが目的で、配置された複数のユニットが独立して動作するためです。CCA ホールドオフによるスループット低下や、受信ノイズ フロアの増加による受信感度の低下をごくわずかに抑えることが重要です。

アンテナのプロキシミティ要件に従う必要がありますが、この要件は隣接および代替隣接のチャネル使用によって異なります。

隣接チャネルでの AP1500 の配置

配置された 2 つの AP1500 が、チャネル 149（5745 MHz）とチャネル 152（5765 MHz）のような隣接チャネルで動作している場合、2 つの AP1500 の間の最小垂直距離は 40 フィート（12.192 m）です（この要件は 8 dBi の全方向性アンテナまたは 17 dBi の高利得指向性パッチ アンテナを搭載したメッシュ アクセス ポイントに適用されます）。

配置された 2 つの AP1500 が、5.5 dBi 全方向性アンテナのチャネル 1、6、または 11（2412 ～ 2437 MHz）で動作している場合、最小垂直距離は 8 フィート（2.438 m）です。

代替隣接チャネルでの AP1500 の配置

配置された 2 つの AP1500 が、チャネル 149（5745 MHz）とチャネル 157（5785 MHz）のような代替隣接チャネルで動作している場合、2 つの AP1500 の間の最小垂直距離は 10 フィート（3.048 m）です（この要件は 8 dBi の全方向性アンテナまたは 17 dBi の高利得指向性パッチ アンテナを搭載したメッシュ アクセス ポイントに適用されます）。

配置された 2 つの AP1500 が、5.5 dBi 全方向性アンテナの代替隣接チャネル 1 と 11（2412 MHz と 2462 MHz）で動作している場合、最小垂直距離は 2 フィート（0.609 m）です。

要約すると、5 GHz アンテナの分離によって、メッシュ アクセス ポイントのスペース要件が決まります。また、アンテナのプロキシミティを遵守する必要がありますが、これは隣接および代替隣接のチャネル使用によって異なります。

屋内メッシュ ネットワークの特殊な考慮事項

次の屋内メッシュ ネットワークの考慮事項に注意してください。

- 屋外の場合、音声は、メッシュインフラストラクチャにおいてベストエフォート方式でサポートされます。
- Quality of Service（QoS）は、2.4 GHz 帯のローカル クライアント AP、および 5 GHz 帯でサポートされます。
- シスコは、アクセス ポイントとクライアントの間のコール アドミッション制御（CAC）を提供する CCXv4 クライアントの静的 CAC もサポートします。
- RAP と MAP の比率：推奨比率は、RAP ごとに 3 ～ 4 MAP です。
- AP 間の距離：
  - 11n および 11ac メッシュ AP の場合、セル半径 125 フィートで、各メッシュ AP 間に 250 フィート以下の間隔をあけることを推奨します。
- ホップ数：データには最大 4 ホップです。音声には 2 ホップ以下を推奨します。
- 音声ネットワーク上のクライアント アクセスの RF 考慮事項：
  - 2 ～ 10 % のカバレッジ ホール
  - 15 ～ 20 % のセル カバレッジ オーバーラップ
  - 音声はデータ要件より 15 dB 以上高い RSSI 値および SNR 値を必要とする
  - すべてのデータ レートの -67 dBm の RSSI が 11b/g/n および 11a/n の目標である
  - AP に接続するクライアントにより使用されるデータ レートの SNR は 25 dB である必要がある
  - パケット エラー レートの値が 1 % 以下の値になるように設定する必要がある
  - 最小使用率（CU）のチャネルを使用する必要がある

    実行中のトラフィックがない場合は、CU を確認してください。
  - Radio Resource Manager（RRM）により、推奨される RSSI、PER（パケットエラーレート）、SNR、CU（チャネル使用率）、セル カバレッジ、およびカバレッジ ホールの設定を 802.11b/g/n/ac 無線に実装できます。

図 *23* : 音声メッシュ ネットワークにおける半径 *100* フィート（*30.4 m*）のセルとアクセス ポイントの位置

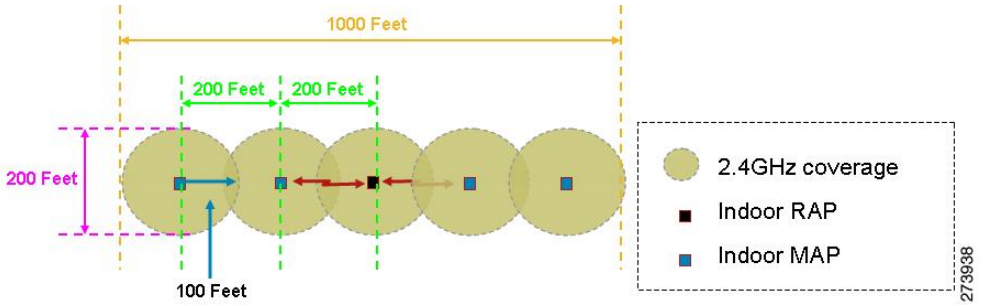
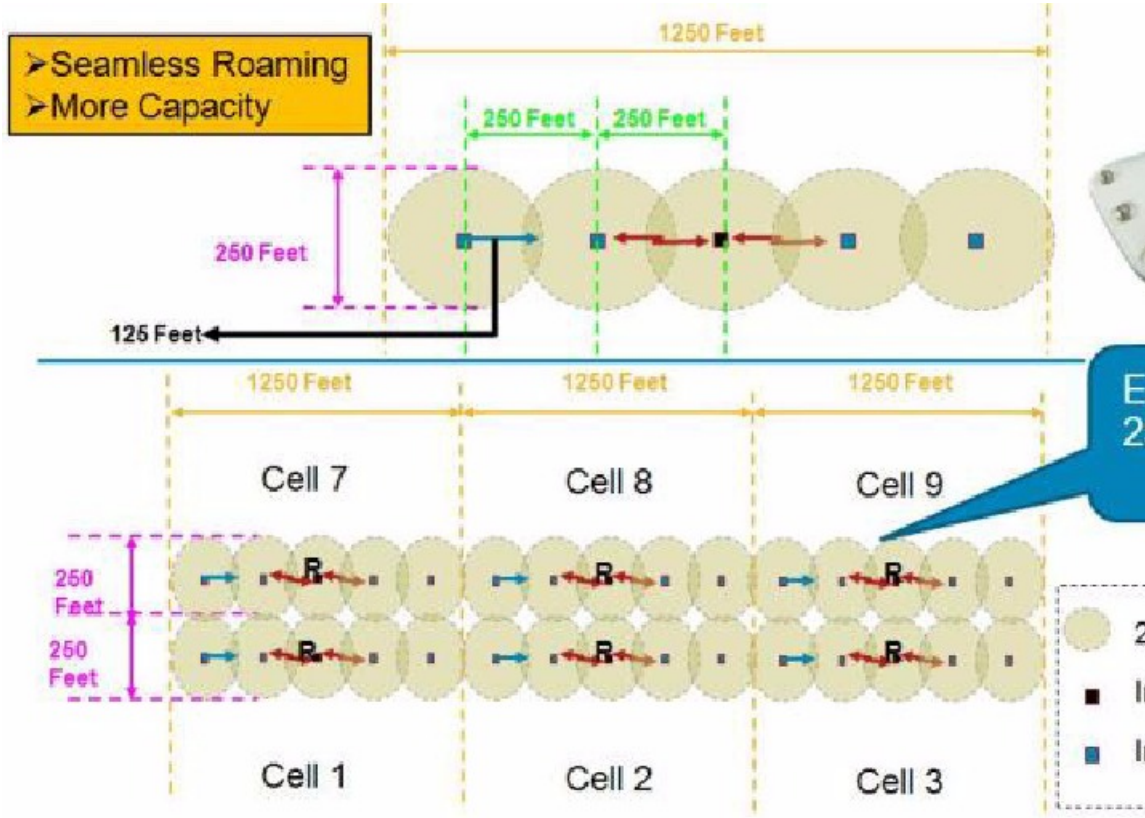


図 *24* : 屋内 *11n* メッシュ ネットワークにおける半径 *125* フィート（*38 m*）のセルとアクセス ポイントの位置



（注） 指向性アンテナを使用していて、AP間の距離が250フィート（76.2 m）を超えている場合でも、シームレスなローミングのためにAP間の距離を 250 フィート以下にすることを推奨します。

メッシュ AP バックグラウンド スキャン リリース 8.3

リリース 8.3 では、より高速なメッシュ コンバージェンスを実現する追加の拡張機能であるメッシュ AP バックグラウンド スキャン機能が導入されました。MAP のコンバージェンス時間を短縮し、メッシュ ネットワークを高速に再コンバージェンスするために、リリース 8.0 および 8.1 の WLC ソフトウェアリリースですでに 2 つのメッシュ コンバージェンス機能が実装されています。

- メッシュ サブセット チャネル ベースのコンバージェンス（リリース 8.0）
- メッシュ クリア チャネル通知コンバージェンス（リリース 8.1）

両方の機能が導入されることで、メッシュ ツリーで 3 番目のホップの MAP が 10 秒もかからずにデータ パスを再コンバージェンスして回復できます。

この新しいメッシュ バックグラウンド スキャンおよび自動親選択によって、コンバージェンス時間や親選択の信頼性と安定性がさらに向上します。MAP はより適切な親をすべてのチャネルから見つけて接続し、常に最適な親とのアップリンクを維持できます。

（注） バックグラウンド スキャンのこのような実装は、Marvell ベースの AP に適用されます。具体的には、AP1550、AP1570、AP1560、および IW3702 です。

子 MAP は、親とのアップリンクを維持するために、AWPP - Neighbor Discovery Request/Response（NDReq/NDResp）メッセージを使用します。これは、キープアライブとして機能します。NDResp メッセージの損失が連続して発生した場合、親は失われたと宣言され、子 MAP は新しい親を探します。MAP は現在の**オンチャネル**のネイバーのリストを維持し、現在の親が失われたときは、同じサービング チャネル内で次に最適なネイバーにローミングします。ただし、同じチャネル内で他のネイバーが見つからなかった場合は、親を見つけるためにすべてのチャネルやサブセット チャネルでスキャン/シークを実行します。

各オフチャネル リスト ノードには、そのチャネルでリッスンしたすべてのネイバーを管理するネイバー リストがあります。各オフチャネル NDReq ブロードキャストで、ネイバーは NDResp パケットに基づいて最新の SNR 値が更新されます。misscount パラメータは、オフチャネル スキャンの試行にネイバーが応答しなかった回数を示します。各隣接ネイバーは、各バックグラウンド スキャン サイクル後に調整された容易度（ease）が最新の linkSNR 値で更新されます。

この機能は、時間がかかるスキャン/シークで他のチャネルで親を見つけることを回避しようとします。しかし子 MAP をすべてのチャネルのすべてのネイバーで更新し続けるため、任意のチャネルのネイバーへの「切り替え」に役立ち、アップリンクの次の親としてそのネイバーを使用します。親の「切り替え」手順は、親の損失検出のようなトリガーされるイベントである必要はなく、子 MAP で現在の親のアップリンクがアクティブであるときは「自動親選択アルゴリズム」を使用してより適切な親を識別します。「自動親選択アルゴリズム」は、新しい容易度（ease value）の値に基づきます。コンバージェンスの計算を改善するため、リリース 8.3 ではよりスムーズでより高速な親またはネイバー検出と自動親接続アルゴリズムのために新しい「容易度（ease）」の値が導入されました。容易度（ease）の値は、SNR、ホップ数、

タイマー、およびロードの値に基づきます。オフチャネル ネイバーの場合、AdjustedEase 値が使用され、オフチャネルごとに最適なネイバーが最も高い AdjustedEase 値に基づいて特定されます。StickyEase はオンチャネル親のみに適用されます。

子 MAP は、すべてのオフチャネルでの最適なネイバーの定期的な評価に基づいて最適な親を切り替えます。現在のオンチャネル親の stickyEase と比較して、別のオフチャネルのネイバーで最も高い adjustedEase 値を使用して、最適な次の親が特定されます。

次の表は、さまざまなコンバージェンス設定オプションに基づいた新しいコンバージェンス時間を示しています。最新の CCN（クリアチャネル通知）およびバックグラウンド スキャン機能の実装と高速コンバージェンスにより、1 番目のホップの MAP は 3 ～ 4 秒のコンバージェンスを実現できます。

	親の損失の検出/キープ アライブ タイマー	チャネル スキャン/シーク	DHCP/CAPWAP 情報	ホップごとの時間（秒）
Standard	21 / 3 秒	すべての 2.4 および 5 GHz チャネルのスキャン/シーク	CAPWAP の更新/再スタート	48.6*
Fast	7 / 3 秒	同じブリッジ グループのチャネルのみのスキャン/シーク	DHCP および CAPWAP の維持	20.5*
Very Fast	4 / 1.5 秒	同じブリッジ グループのチャネルのみのスキャン/シーク	DHCP および CAPWAP の維持	15.9*
CCN（クリアチャネル通知）/バックグラウンド スキャン Fast/Very Fast	50ms の場合は 4 / 3 秒	同じブリッジ グループのチャネルのみのスキャン/シーク	DHCP および CAPWAP の維持	8 ～ 10 秒

DFS と非 DFS チャネル スキャン

非 DFS チャネル スキャン

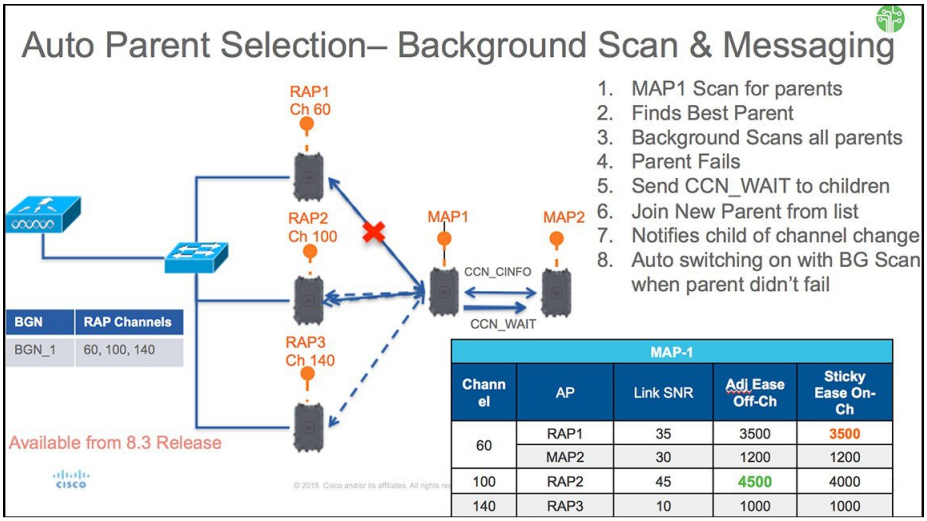
- MAP は定期的にオフチャネルになり、選択されたオフチャネルで NDReq ブロードキャスト パケットを伝送します。さらに、すべての「到達可能な」ネイバーから NDResp パケットを受信します。
- オフチャネル スキャンは 3 秒ごとに発生します。オフチャネルごとに最大で 50 ミリ秒維持されます。

- 各ネイバーから適切にヒアリングするには、50 ミリ秒の滞留時間内に少なくとも 4 つのメッセージを送信できるよう、NDReq が 10 ミリ秒ごとに伝送される必要があります。

DFS チャネル スキャン

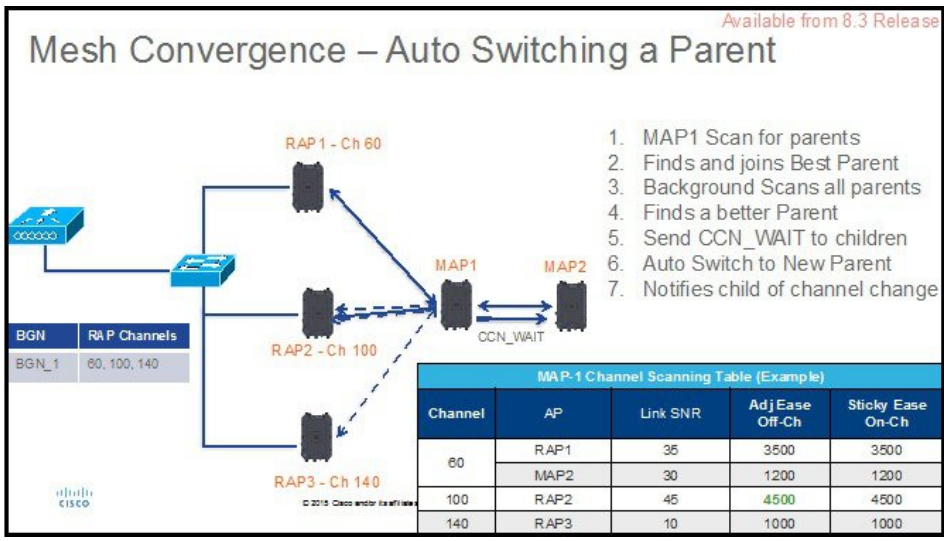
規制に従い、DFS チャネルが「安全に送信できる」と宣言するまで、AP は DFS チャネルを使用しません（AP 上で DFS がオフチャネル スキャン向けに設定されている場合）。検出されたレーダー信号がある場合、伝送がなく、該当チャネルを AP のワイヤレス送信・受信に使用することを避ける必要があります。チャネルが安全に送信できることを確認する方法の 1 つは、AP がパッシブ スキャンを実行して DFS オンチャネルにある他のネイバーからパケットを受信するときです。

- DFS チャネルのオフチャネル スキャン中に MAP がパケットを受信できるようにするには、最後の 50 ミリ秒に送信・受信がない場合に、他のすべてのオンチャネル DFS ネイバーが AWPP メッシュ ビーコンを伝送する必要があります。
- これらのメッシュ ビーコンは、DFS チャネルでオフチャネルを実行している MAP が「安全に送信できる」と宣言してオフチャネルのアクティビティを実行するのに役立ちます。



上図は、「Standard」または「Fast/Very Fast」設定の典型的なオフチャネル コンバージェンス プロセスを示しています。

（注） 表内のタイマーは、図示のためにすぎません。



下図は、元の親が依然として使用可能であっても、新しい容易度の値（ease value）によってより適切な親への切り替えが要求されるときのメッシュ コンバージェンスおよび Parent Auto Switching を示しています。

メッシュ コンバージェンスの設定

設定手順は非常に簡単で、新しいバックグラウンド スキャン機能を呼び出します。

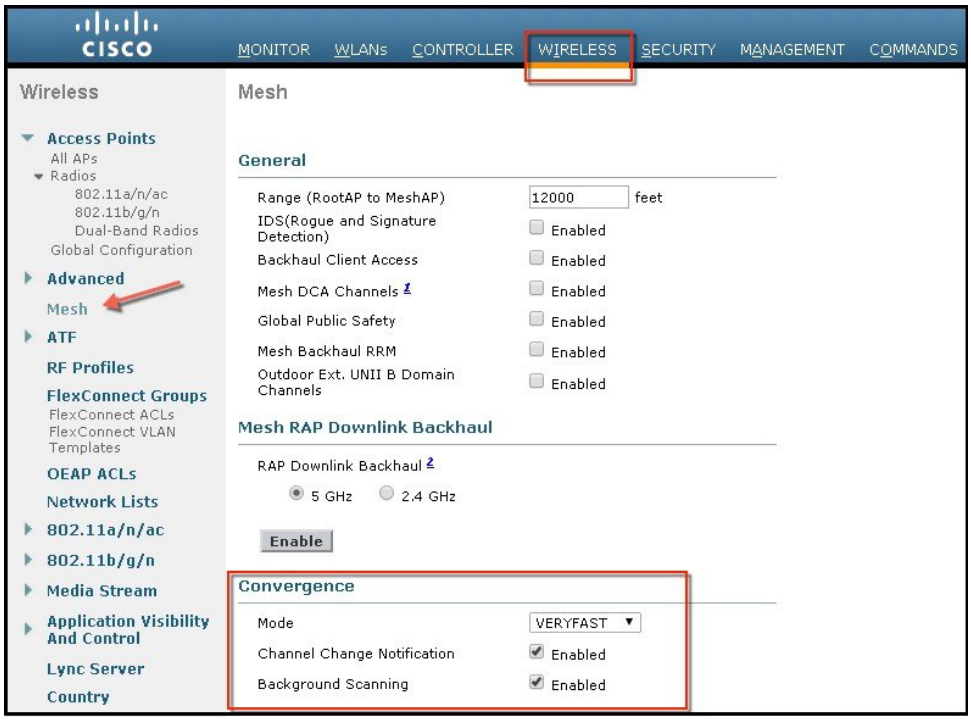
GUI を使用してコントローラを設定するには、次の手順を実行します。

手順の概要

1. コントローラで [Wireless] > [Mesh] タブを選択し、メッシュ設定の [Convergence] セクションで [Mode] を選択し、CCN（クリアチャネル通知）およびバックグラウンド スキャンを有効にします。
2. [Mode] にはコンバージェンス モードを選択するためのオプションが 3 つあることに注意してください。前述のように、選択したモードに応じてコンバージェンス時間が大幅に変化します。

手順の詳細

ステップ 1 コントローラで [Wireless] > [Mesh] タブを選択し、メッシュ設定の [Convergence] セクションで [Mode] を選択し、CCN（クリアチャネル通知）およびバックグラウンド スキャンを有効にします。



CLI でのバックグラウンド スキャンの設定は、次のコマンドを使用します。

```
(Cisco Controller) >config mesh background-scanning ?

enable          Enable background scanning on Mesh
disable         Disable background scanning on Mesh

(Cisco Controller) >config mesh background-scanning enable
```

CLI での CCN（クリアチャネル通知）の設定は、次のコマンドを使用します。

```
(Cisco Controller) >config mesh ccn ?

enable          Enables channel change notification
disable         Disables channel change notification

(Cisco Controller) >config mesh ccn enable
```

ステップ 2 [Mode] にはコンバージェンス モードを選択するためのオプションが 3 つあることに注意してください。前述のように、選択したモードに応じてコンバージェンス時間が大幅に変化します。

CLI でのコンバージェンスの設定は、次のコマンドを使用します。

```
(Cisco Controller) >config mesh convergence ?

fast            Set fast convergence method
noise-tolerant-fast Set noise-tolerant fast convergence method to handle unstable RF environment
standard        Set standard convergence method
very-fast       Set very fast convergence method

(Cisco Controller) >config mesh convergence very-fast all
```

（注） Standard モードでは、CCN（クリアチャネル通知）およびバックグラウンド スキャン オプションは適用されません。

メッシュ機能の管理

コンバージェンスの問題をデバッグおよびトラブルシューティングするために複数のコマンドが導入されています。

Debug mesh convergence enable：デバッグ トレース

```
AP1572-7a7f.09c0#debug mesh ?
  adjacency     MESH Adjacency debug
  channel       Mesh Channel debug
  convergence   Mesh convergence debug
  error         Mesh error debug
  ethernet      Mesh Ethernet debug
  event         Mesh event debug
  forwarding    Mesh forwarding debug
  link          MESH Link debug
  mperf         MESH BW test tool
  node          Mesh node debug
  port-control  Mesh port control debug
  reliable      Mesh Reliable Delivery debug
  security      MESH Security debug
  trace         trace address
```

Debug mesh bgscan enable/disable

```
Cyprus_MAP1#debug mesh ?
  adjacency     MESH Adjacency debug
  bgscan        Mesh bgscan debug
  channel       Mesh Channel debug
  convergence   Mesh convergence debug
  error         Mesh error debug
  ethernet      Mesh Ethernet debug
  event         Mesh event debug
  forwarding    Mesh forwarding debug
  link          MESH Link debug
  mperf         MESH BW test tool
  node          Mesh node debug
  port-control  Mesh port control debug
  reliable      Mesh Reliable Delivery debug
  security      MESH Security debug
  trace         trace address
```

Show mesh convergence：状態とカウンタの表示

```
AP1572-7a7f.09c0#sh mesh ?
  adjacency    MESH Adjacency
  backhaul     MESH backhaul
  channel      MESH channel
  config       MESH config paramenter
  convergence  MESH convergence info
  dfs          MESH dfs information
  ethernet     show mesh ethernet bridging
  forwarding   MESH Forwarding
  inventory    platform inventory
  linktest     MESH linktest stats
  lsc          MESH lsc details
  module       MESH module detail
  mperf        MESH BW tool
  security     MESH Security show
  simulation   MESH simulated configuration
  status       MESH status
```

Show mesh bgscan

```
Cyprus_MAP1#sh mesh ?
  adjacency    MESH Adjacency
  backhaul     MESH backhaul
  bgscan       MESH Background scanning info
  channel      MESH channel
  config       MESH config paramenter
  convergence  MESH convergence info
  dfs          MESH dfs information
  ethernet     show mesh ethernet bridging
  forwarding   MESH Forwarding
  inventory    platform inventory
  linktest     MESH linktest stats
  lsc          MESH lsc details
  module       MESH module detail
  mperf        MESH BW tool
  security     MESH Security show
  simulation   MESH simulated configuration
  status       MESH status
```

```
Cyprus_MAP1#sh mesh bgscan
show MESH BG Scan

Background Scanning: Enabled

off Channel Neighbors
---------------------

Channel:149 MissCnt:0
Mac:1c6a.7a7f.11ef MissCnt:0 NDRespCnt:72972 HopCnt:1 AdjustedEase:15448576
Flags: UPDATED NEIGH BEACON OCNEIGH


Channel:153 MissCnt:0
Mac:1c6a.7a7f.107f MissCnt:0 NDRespCnt:2579 HopCnt:1 AdjustedEase:17048576 StickyEase:21848576
Flags: UPDATED NEIGH PARENT BEACON
Mac:5835.d9aa.e46f MissCnt:0 NDRespCnt:0 HopCnt:0 AdjustedEase:0
Flags: BEACON
Mac:18e7.28aa.e87f MissCnt:0 NDRespCnt:0 HopCnt:0 AdjustedEase:0
Flags: UPDATED CHILD BEACON

Aligned Offchannel neighbors
----------------------------

Channel:149 (POTENTIAL OFFCHANNEL)
Mac:1c6a.7a7f.11ef Ease:15448576

Channel:153 (ON-CHANNEL)
Mac:1c6a.7a7f.107f Ease:17048576


offChannel Requests Statistics
------------------------------
Mac:18e7.28aa.e87f NDReqCnt:64 ch:149 last NDReq rx at: 10:54:21 UTC Mar 28 2016

Cyprus_MAP1#
```

ワイヤレス伝搬の特性

表 8 : 2.4 GHz 帯と 5 GHz 帯の比較 （86 ページ） は、2.4 GHz 帯と 5 GHz 帯の比較です。

2.4 GHz 帯の伝搬特性は 5 GHz 帯より優れていますが、2.4 GHz 帯はライセンスが不要という特徴があります。ノイズや干渉による影響を多く受けるのも 2.4 GHz 帯です。さらに、2.4 GHz にはバックホール チャネルが 3 つしかないため、同一チャネル干渉の原因となります。そのため、同程度のキャパシティを得る最良の方法は、システム ゲイン（つまり、伝送パワー、アンテナ利得、受信感度、およびパス ロス）を削減して、もっと小さいセルを作成することです。セルを小さくすると、1 平方マイルあたりのアクセス ポイント数を増やす（アクセス ポイント密度を増やす）必要があります。

表 *8 : 2.4 GHz* 帯と *5 GHz* 帯の比較

2.4 GHz 帯の特性	**5 GHz 帯の特性**
3 チャネル	22 チャネル（-A/-B の規制ドメイン）
同一チャネル干渉の傾向がより強い	同一チャネル干渉がない
低電力	高電力
低データ レートで、低 SNR 要件	高データ レートで、高 SNR 要件
5 GHz よりも伝搬特性はよいが、ノイズと干渉の影響を受けやすい	2.4 GHz よりも伝搬特性は悪いが、ノイズと干渉の影響を受けにくい
ライセンス不要の周波数帯。世界中で広く利用可能。	世界中で 2.4 GHz ほど広くは利用できない。ライセンスの必要な国もある。

2.4 GHz の方が波長が大きく、障害物に対する透過能力が大きいと言えます。また、2.4 GHz のデータ レートの方が低く、対向に信号が届く成功率が高くなります。

CleanAir

1550/1560/1570 シリーズ アクセス ポイントは、CleanAir のチップセットを含み、完全な CleanAir をサポートしています。

メッシュの CleanAir は 2.4 GHz 帯で実装され、無線周波数（RF）の干渉源を検出、位置を特定、分類、緩和すると同時にクライアントに完全な 802.11n/ac データ レートを提供します。これにより、キャリア クラス管理およびカスタマー エクスペリエンスを実現し、展開されたロケーションのスペクトルを制御できます。屋外プラットフォームの CleanAir 対応 RRM テクノロジーは、2.4 GHz 帯の Wi-Fi および非 Wi-Fi 干渉を検出し、数値で表して、緩和します。ブリッジ モードで動作するアクセス ポイントは、2.4 GHz のクライアント アクセス モードの CleanAir をサポートします。

CleanAir AP 動作モード

ブリッジ（メッシュ）モード AP：CleanAir 対応のアクセス ポイントでは、2.4 GHz 帯の完全な CleanAir 機能と 5 GHz 帯での CleanAir Advisor を提供します。これは、ブリッジ モードで動作するすべてのアクセス ポイントに適用されます。

Wi-Fi 無線との緊密なシリコン統合により、CleanAir ハードウェアは、接続されているクライアントのスループットを損なわずに、現在サービスが提供されているチャネルでトラフィック間のリッスンを行うことができます。つまり、クライアント トラフィックを中断しないラインレートの検出です。

ブリッジ モードのアクセス ポイントは、WiFi 干渉源からの干渉を緩和できる 2.4 GHz 帯の無線リソース管理（RRM）をサポートします。RRM は、ブリッジ モード RAP に子 MAP がない場合、5 GHz 帯でのみ使用できます。

CleanAir メッシュ AP は、各周波数帯の 1 つのチャネルだけを連続してスキャンします。通常の展開密度では、同じチャネルに多数のアクセス ポイントが存在する必要があります。また、RRM がチャネル選択を処理すると仮定すると、各チャネルには少なくとも 1 つのアクセス ポイントが必要です。2.4 GHz では、アクセス ポイントには少なくとも 3 つの分類ポイントを確保するための十分な密度があります。狭帯域変調（単一周波数上またはその周囲で動作）を使用する干渉源は、その周波数空間を共有するアクセス ポイントだけに検出されます。干渉が周波数ホッピング タイプ（複数の周波数を使用、一般に全周波数帯を含む）の場合、周波数帯内での動作をヒアリングできるすべてのアクセス ポイントで検出されます。

モニタ モード AP（MMAP）：CleanAir モニタ モード AP はモニタ専用で、クライアント トラフィックを処理しません。モニタ モードでは、すべての周波数帯チャネルが定期的にスキャンされます。モニタ モードは、ブリッジ（メッシュ）モードのアクセス ポイントでは使用できません。これは、メッシュ環境ではアクセス ポイントはバックホールで相互に通信も行うためです。メッシュ AP（MAP）がモニタ モードの場合は、メッシュ動作は行いません。

ローカル モード AP：屋外アクセス ポイントがローカル モードで動作している場合、2.4 GHz と 5 GHz チャネルの両方で完全な CleanAir および RRM を実行することができます。主にプライマリ チャネルをスキャンしますが、定期的にオフチャネルになって残りのスペクトラムをスキャンします。拡張ローカル モード（ELM）wIPS の検出は、1532、1550、または 1570 では使用できません。

Spectrum Expert Connect モード（オプション）（SE Connect）：SE Connect AP は、CleanAir AP をローカル アプリケーションのリモート スペクトル センサーとして使用するためにローカル ホストで実行されている Cisco Spectrum Expert アプリケーションの接続を可能にする専用スペクトルセンサーとして設定されます。このモードでは、FFT プロット、詳細な測定値などの未加工スペクトル データを表示できます。このモードは、リモート トラブルシューティング専用です。

Pseudo MAC（PMAC）とマージ

PMAC とマージ現象はローカル モードの第 2 世代アクセス ポイントの現象と似ています。PMAC はデバイス分類の一部として計算され、Interference Device Record（IDR）に含まれます。各 AP は個別に PMAC を生成します。各レポートで PMAC は異なりますが（少なくともデバイスの測定された RSSI は各 AP で異なる可能性があります）、よく似ています。PMAC

を比較および評価する機能をマージと呼びます。PMAC はカスタマー インターフェイスには表示されません。マージの結果だけがクラスタ ID の形式で使用できます。

同じデバイスが複数の AP によって検出されることがあります。すべての PMAC および IDR がコントローラ上で分析され、デバイス クラスタと呼ばれるレポートが生成され、デバイスを検出する AP およびデバイスを最も強いとしてヒアリングする AP を示すデバイス クラスタが表示されます。

このマージ空間プロキシミティでは、RF プロキシミティ（RF ネイバー関係）が同時に動作します。同様の IDR が 6 つあり、5 つが近隣の AP、残りの 1 つが離れた AP からの場合、同じ干渉源である可能性はありません。そのため、これらをすべて考慮してクラスタが形成されます。MSE とコントローラは、まず RF ネイバー リストを使用してマージの空間プロキシミティを確立します。

PMAC コンバージェンスおよびマージは次の要素に依存します。

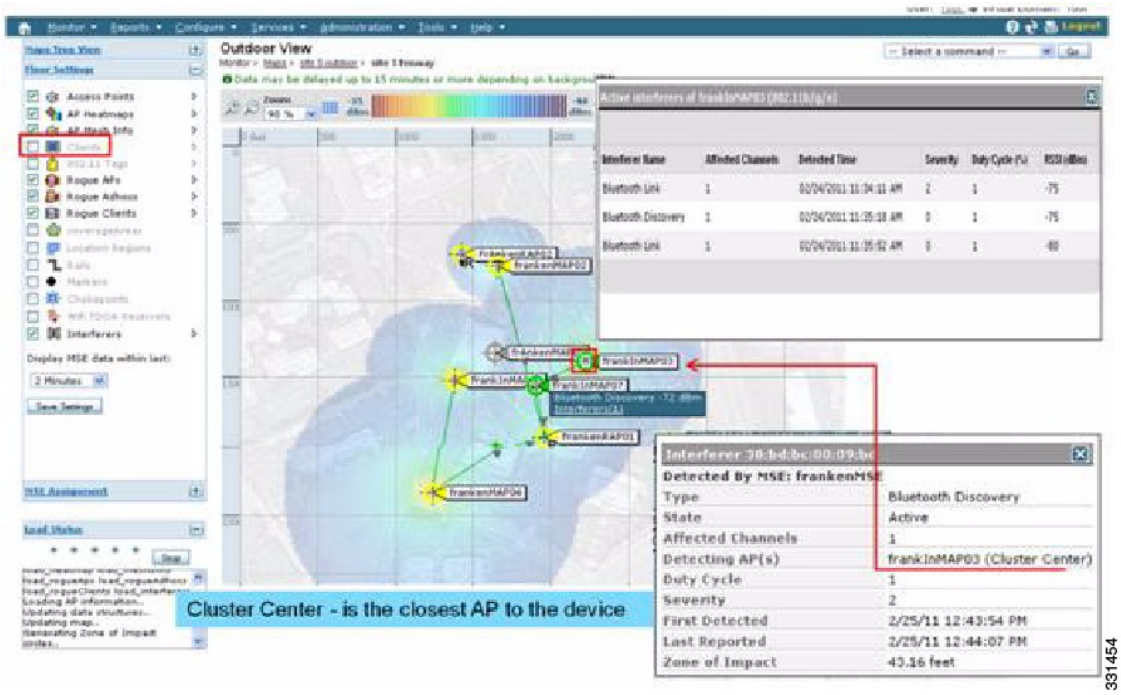
- センサーの密度
- 観測対象分類の品質
- 干渉源から AP への RSSI
- AP での RF ネイバー リスト

したがって、メッシュ内の 2.4 GHz の RRM もマージを決定する際に重要な役割を担います。マージを行う可能性がある場合は、AP は RF ネイバーにする必要があります。RF ネイバー リストを参照し、マージに IDR の空間関係を考慮します。

メッシュにはモニタ モードがないため、1 台のコントローラのマージはコントローラで行われます。MSE がある場合は、コントローラのマージ結果はすべての対応 IDR と共に MSE に転送されます。

複数の WLC（屋外での展開の場合など）では、マージは MSE で行われます。MSE は高度なマージを行い、干渉源のロケーションおよび履歴情報を抽出します。コントローラでマージされた干渉源では位置の特定は行われません。位置の特定は MSE で行われます。

図 *25* : 屋外での *Pseudo MAC* マージ



PMAC シグニチャ マージ後、デバイスをヒアリングできる AP およびクラスタの中央にする AP を特定できます。上記の図に示されている値は選択した周波数帯に関連しています。AP のラベル R は AP が RAP であることを示し、AP 間の線はメッシュ関係を示します。

Event Driven Radio Resource Management と Persistence Device Avoidance

CleanAir には、主な軽減機能が 2 つあります。両機能とも CleanAir によってのみ収集可能な情報を直接利用します。この 2 つの機能は、Event Driven Radio Resource Management（EDRRM）と Persistence Device Avoidance（PDA）です。メッシュ ネットワークでは、これらの機能は 2.4 GHz 帯の非メッシュ ネットワークの場合とまったく同様に動作します。

（注） EDRRM と PDA は新規導入でだけ使用でき、デフォルトでオフに設定されています。

CleanAir アクセス ポイント配置の推奨事項

CleanAir は、Wi-Fi ネットワークの通常の動作に影響を与えないパッシブなテクノロジーです。CleanAir 導入とメッシュ導入には本質的な違いはありません。

非 Wi-Fi デバイスの特定には考慮すべき多くの変動要因があります。精度は、電力、デューティ サイクル、およびデバイスをヒアリングするチャネルの数によって向上します。高い電力、高いデューティ サイクル、および複数のチャネルに影響を与えるデバイスはネットワークへの干渉に対して重大であると見なされるため、これは便利です。

（注） 非 Wi-Fi デバイスのロケーションの精度は保証されません。

コンシューマエレクトロニクスの世界には多くの変動要因があり、意図しない電気干渉もあります。現在のクライアントまたはタグのロケーション精度モデルに由来する精度の予測は、非 Wi-Fi ロケーションや CleanAir 機能には適用されません。

考慮すべき重要事項：

- CleanAir メッシュ AP は、割り当てられたチャネルだけをサポートします。
- 周波数帯カバレッジは、そのチャネルをカバレッジの対象にすることにより実装されます。
- CleanAir メッシュ AP のヒアリングは非常に優れており、実際のセルの境界が限界にはなりません。
- ロケーション ソリューションでは、RSSI カットオフ値は -75 dBm です。
- ロケーション解像度には高品質の測定値が少なくとも 3 つ必要です。

ほとんどの導入では、2.4 GHz 帯内の同じチャネルで少なくとも 3 つの AP が隣接しているカバレッジエリアを持つことは困難です。最小限の密度があるロケーションでは、ロケーション解像度がサポートされない可能性がありますが、アクティブなユーザ チャネルは保護されます。

導入に関する考慮事項は、必要なキャパシティに対するネットワークの計画、およびCleanAir機能をサポートするための適切なコンポーネントおよびネットワーク パスの配置によって異なります。RFプロキシミティ、およびRFネイバー関係の重要性は十分に理解する必要があります。また、PMACとマージプロセスに留意することも重要です。ネットワークのRF設計が適切でなければ、ネイバー関係に影響し、その結果 CleanAir のパフォーマンスに影響します。

CleanAir の AP 密度に関する推奨事項は、通常のメッシュ AP の配置の場合と同じです。

屋外におけるロケーション解像度は最も近い AP に対してです。デバイスは物理的にそのデバイスに最も近い AP の近くに位置しています。最も近い AP 解像度を仮定することを推奨します。

1552 AP と 1572 AP（CleanAir）で構成されるインストールで少数の 1530 AP（非 CleanAir）を配置することもできます。この配置では、クライアントとカバレッジの観点から、各アクセスポイントが互いに完全に相互運用可能な状態で動作します。完全な CleanAir の機能性は、CleanAirが有効になっているすべてのアクセス ポイントに依存します。検出は影響を受けることがあり、緩和は推奨されません。

クライアントに実際にサービスを提供している CleanAir AP は、サービスを提供している割り当てられたチャネルのみモニタできます。クライアントにサービスを提供している複数のアクセス ポイントがあるエリアでは、CleanAir アクセス ポイントによってサービスが提供されているチャネルは CleanAir 機能を促進できます。従来の非 CleanAir アクセス ポイントは RRM に依存して干渉の問題を緩和しますが、CleanAir アクセス ポイントがシステム レベルに対して行うようなタイプと重大度はレポートしません。

混合システムの詳細については、以下を参照してください。 http://www.cisco.com/en/US/products/ps10315/products_tech_note09186a0080b4bdc1.shtml

CleanAir Advisor

バックホール radio で CleanAir が有効な場合、CleanAir Advisor が始動します。CleanAir Advisor では、電波品質の指標（AQI）および干渉源検出レポート（IDR）が生成されますが、これらのレポートはコントローラにのみ表示されます。イベント駆動型 RRM（ED-RRM）で実行されるアクションはありません。CleanAir Advisor は、ブリッジ モードの 1552 アクセス ポイントの 5 GHz ワイヤレス バックホールでのみ動作します。他のすべての AP モードでは、1552 アクセス ポイントの 5 GHz ワイヤレス バックホールが CleanAir モードで動作します。

CleanAir の有効化

システムで CleanAir 機能を有効にするには、まず、コントローラで [Wireless] > [802.11a/b] > [CleanAir] を選択して CleanAir を有効にする必要があります。CleanAir はデフォルトで無効ですが、AP インターフェイスではデフォルトで有効です。

デフォルトのレポート インターバルが 15 分であるため、CleanAir を有効にした後、電波品質情報がシステムに伝搬されるまで 15 分かかります。ただし、[Monitor] > [Access Points] > [802.11a/n] または [802.11b/n] を選択することで、無線の結果を CleanAir 詳細レベルで即座に確認できます。

ライセンス

CleanAir システムには CleanAir AP およびリリース 7.0 以降を実行しているコントローラが必要です。Cisco Prime Infrastructure を追加すると、表示が改善され、システム内で追加の情報を相互に関連付けることができます。MSE を追加すると、使用可能な機能がさらに増え、特定の干渉源デバイスの履歴と場所が表示されます。CleanAir AP がライセンスであるため、CleanAir 機能の使用には追加ライセンスは必要ありません。Prime Infrastructure の追加は base ライセンスで行うことができます。システムに MSE を追加するには、Prime Infrastructure Plus ライセンス、および MSE の Context-Aware ライセンスを選択する必要があります。

MSE または CMX での干渉源の位置検知のために、各干渉源デバイスは Context-Aware 内のロケーション ターゲットとしてカウントされます。100 の永続干渉源ライセンスが MSE に組み込まれています。干渉源ライセンスは CleanAir AP ごとの 5 つのライセンスの段階で、CleanAir AP が検出されるたびに開かれます。このプロセスは AP1552/1562/1572 に適用されます。干渉源デバイスは、ライセンス数の観点からはクライアントやタグと同じです。追跡対象の干渉源デバイスはクライアントやタグよりはるかに少なくする必要があるため、使用可能なライセンス数のごく一部のみが使用されます。ユーザは、コントローラの設定メニューから検出および位置検知する干渉デバイスのタイプを制御できます。

Cisco Context-Aware ライセンスは、ターゲットの種類（クライアント、タグ、干渉源）によって管理および制限することができ、ユーザがライセンスの使用方法を完全に制御できます。

（注） 各干渉源デバイスは、CAS ライセンスが 1 つ必要です。

Bluetooth デバイスの数が多すぎる場合、それらのデバイスによって多数の CAS ライセンスが消費される可能性があるので、Bluetooth デバイスの追跡をオフにすることを推奨します。

ワイヤレス メッシュ モビリティ グループ

モビリティ グループを使用すると、お互いにピアであるコントローラがコントローラの境界を越えたシームレスなローミングをサポートできます。AP は、CAPWAP Join プロセス後にモビリティ グループの他のメンバの IP アドレスを学習します。コントローラは、最大 24 台のコントローラを含めることができる単一のモビリティ グループのメンバになることができます。モビリティは、72 台のコントローラ間でサポートされます。モビリティ リストには最大 72 のメンバ（WLC）、およびクライアントのハンドオフに参加している同一モビリティ グループ（またはドメイン）内の最大 24 のメンバを登録できます。クライアントの IP アドレスは、同一モビリティ ドメイン内で更新される必要はありません。この機能を使用する場合、IP アドレスの更新はコントローラベースのアーキテクチャでは不適切です。

複数のコントローラ

モビリティ グループ内の他の CAPWAP コントローラから CAPWAP コントローラまでの距離と、RAP からの CAPWAP コントローラの距離については、企業内の CAPWAP WLAN の配置と同様に考慮する必要があります。

CAPWAP コントローラを集中させると、オペレーション的に利点がありますが、その利点は、CAPWAP AP へのリンクのスピードおよびキャパシティ、およびこれらのメッシュ アクセス ポイントを使用している WLAN クライアントのトラフィック プロファイルに対するトレードオフとなります。

WLAN クライアント トラフィックを、インターネットやデータセンターなどの特定のサイトに集中させたい場合は、これらのトラフィックの焦点と同じサイトにコントローラを集中させると、トラフィックの効率を犠牲にしなくても操作上の利点を享受できます。

WLAN クライアント トラフィックが、よりピアツーピアの場合、分散されたコントローラ モデルの方が適している可能性があります。WLAN トラフィックの大多数は、そのエリアのクライアントで、他のロケーションに向かうトラフィックは比較的少量である傾向があります。数多くのピアツーピア アプリケーションが遅延やパケット損失に影響されやすい場合、ピア間のトラフィックが最も効率のよいパスを通過するようにする必要があります。

大部分の配置に、クライアント サーバ トラフィックとピアツーピア トラフィックが混ざっている場合、CAPWAP コントローラのハイブリッド モデルが使用されていると考えられ、ネットワーク内の戦略的なロケーションに置かれたコントローラのクラスタと共に Points of Presence（PoP）が作成されます。

ワイヤレス メッシュ ネットワークで使用される CAPWAP モデルは、キャンパス ネットワーク向けに設計されています。つまり、CAPWAP メッシュ アクセス ポイントと CAPWAP コントローラ間のネットワークは高速で低遅延であることが期待されます。

メッシュ可用性の増加

「セルのプランニングと距離」セクションでは、1平方マイルのワイヤレスメッシュセルが作成され、組み込まれました。このワイヤレス メッシュ セルは、携帯電話ネットワークの作成に使用されるセルに似た特性を持ちます。より大きな可用性やキャパシティに対して、同じ物理エリアをカバーするために、（定義された最大セルサイズより）小さいセルが作成される可能性があるからです。このプロセスは、セルに RAP を追加することで行われます。より大規模なメッシュ配置と同様、同じチャネルで RAP を使用するか（図 26 : 同じチャネルでセルごとに 2 つの RAP （93 ページ） を参照）、または別のチャネルの RAP を使用するか（図 27 : 別のチャネルでセルごとに 2 つの RAP （93 ページ） を参照）を決める必要があります。エリアへの RAP の追加により、そのエリアのキャパシティと回復力が増大します。

図 *26 :* 同じチャネルでセルごとに *2* つの *RAP*

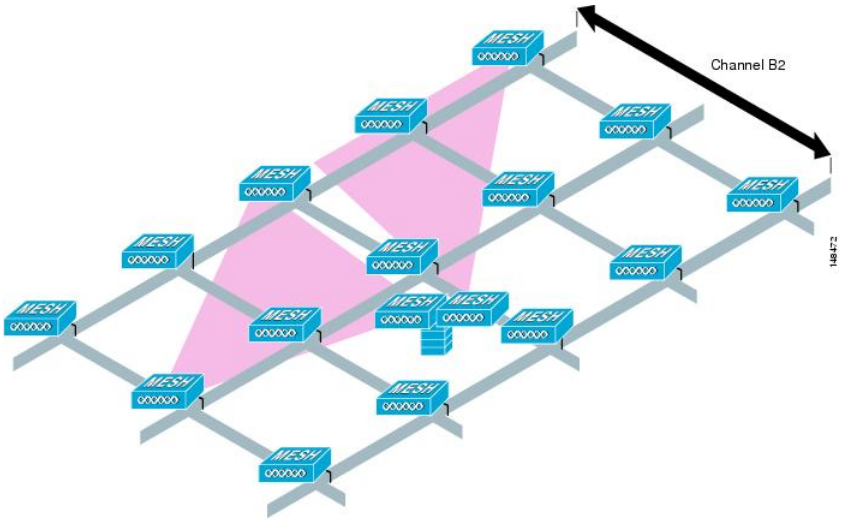
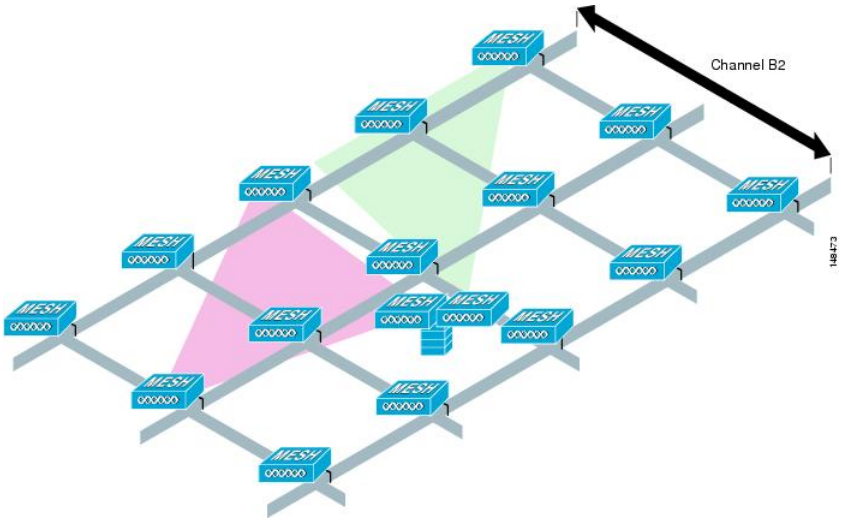


図 *27 :* 別のチャネルでセルごとに *2* つの *RAP*



複数の RAP

複数の RAP が配置される場合は、それらの RAP を配置する目的を考慮する必要があります。ハードウェア ダイバーシティを提供するために RAP を配置するのであれば、メッシュが 1 つの RAP から別の RAP へ転送する場合に、プライマリの RAP がコンバージェンス時間を最小にできるよう、同じチャネルに追加の RAP を配置する必要があります。RAP ハードウェア ダイバーシティを計画する場合は、RAP 制限ごとに 32 MAP を検討します。

キャパシティ追加を第一に追加の RAP が配置される場合、バックホール チャネルの干渉を最小限にするために、追加の RAP が近隣の RAP と異なるチャネルに配置される必要があります。

チャネル プランニングや RAP セル スプリットを介して、異なるチャネルに 2 番めの RAP を追加しても、コリジョン ドメインが減ります。チャネル プランニングでは、コリジョンの確率を最小限にするため、同じコリジョン ドメイン内のメッシュ ノードに異なる非オーバーラップ チャネルを割り当てます。RAP セル スプリットは単純ですが、コリジョン ドメインを減らすのに効果的な方法です。メッシュ ネットワークで全方向性アンテナと共に 1 つの RAP を配置する代わりに、指向性アンテナに 2 つ以上の RAP を配置できます。これらの RAP は互いに一緒に配置され、異なる周波数チャネルで動作します。このプロセスにより、大きなコリジョン ドメインが個別に動作する複数の小さなコリジョン ドメインに分割されます。

メッシュ アクセス ポイントのブリッジ機能が複数の RAP と共に使用される場合、これらの RAP はすべて同じサブネット上になければならず、連続したサブネットがブリッジ クライアントに提供されるようにする必要があります。

異なるサブネット上の複数の RAP と共にメッシュを構築し、異なるサブネット上の別の RAP に MAP をフェールオーバーする必要がある場合、MAP コンバージェンス時間が増加します。このプロセスが起こらないようにする 1 つの方法として、サブネット境界で区切られているネットワークのセグメントに異なる BGN を使用する方法があります。

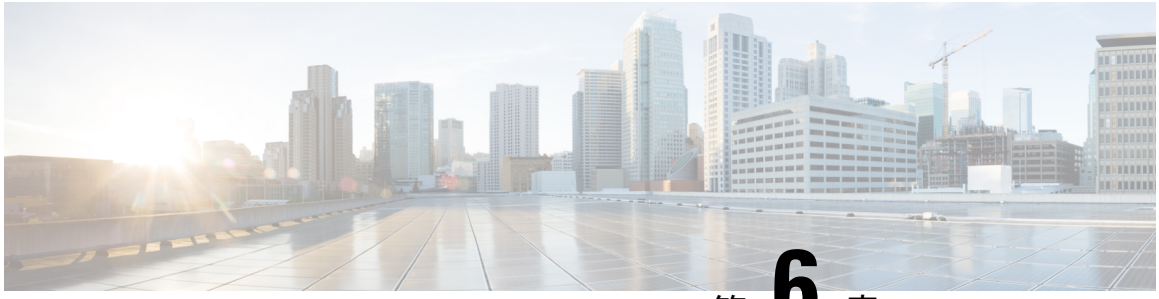
屋内メッシュと屋外メッシュの相互運用性

屋内メッシュ アクセス ポイントと屋外メッシュ アクセス ポイントとの完全な相互運用性がサポートされています。これは、屋外から屋内にカバレッジを広げるのに役立ちます。屋内メッシュ アクセス ポイントは屋内でのみ使用することを推奨します。屋内メッシュ アクセス ポイントは、以下で説明されているような限られた状況でのみ屋外に配置してください。

⚠

注意 他社製の屋外エンクロージャに入れられた屋内アクセス ポイントは、屋内 WLAN から駐車場の 1 ホップまでの単純かつ短距離の拡張などの、屋外での限られた場所にのみ配置できます。厳しい環境および温度に関する仕様を備えているため、屋外エンクロージャに入れるには 1700、1800、2600、2700、2800、3500e/i、3600、3700、および 3800 アクセス ポイントを推奨します。さらに、AP が屋外エンクロージャ内にある場合、屋内アクセス ポイントには、連結されたアンテナをサポートするためのコネクタがあります。SNR 値は増減しない場合もあるので、注意してください。また、より最適化された屋外の 1500 シリーズ アクセス ポイントと比較した場合、長期間のフェードにより、これらの AP のリンクが消失する場合があります。

モビリティ グループは、屋外メッシュ ネットワークと屋内 WLAN ネットワークの間で共有できます。1 台のコントローラで、屋内と屋外のメッシュ アクセス ポイントを同時に制御することもできます。同じ WLAN が屋内と屋外の両方のメッシュ アクセス ポイントからブロードキャストされます。



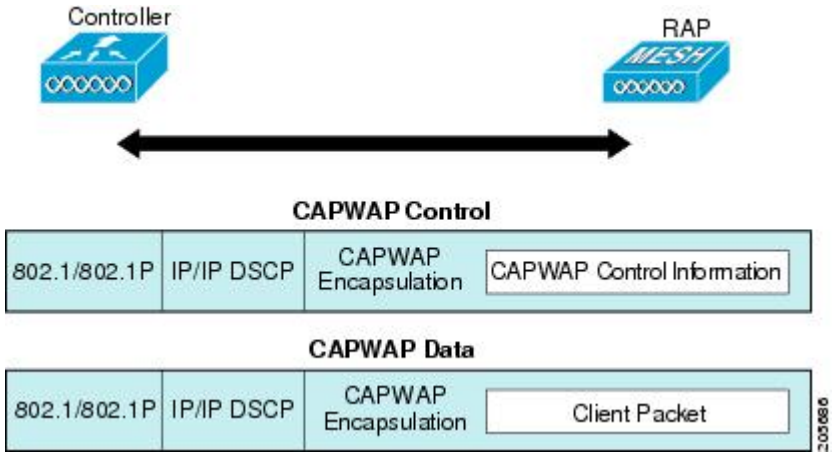
第 6 章

Cisco メッシュ アクセス ポイントのネットワークへの接続

この章では、ネットワークに Cisco メッシュ アクセス ポイントを接続する方法について説明します。

ワイヤレス メッシュは、有線ネットワークの 2 地点で終端します。1 つ目は、RAP が有線ネットワークに接続されているロケーションで、そこではすべてのブリッジ トラフィックが有線ネットワークに接続しています。2つ目は、CAPWAP コントローラが有線ネットワークに接続するロケーションです。そのロケーションでは、メッシュ ネットワークからの WLAN クライアント トラフィックが有線ネットワークに接続しています（図 28 : メッシュ ネットワーク トラフィックの終端 （97 ページ） を参照）。CAPWAP からの WLAN クライアント トラフィックはレイヤ 2 でトンネルされ、WLAN のマッチングは、コントローラが配置されている同じスイッチ VLAN で終端する必要があります。メッシュ上の各 WLAN のセキュリティとネットワークの設定は、コントローラが接続されているネットワークのセキュリティ機能によって異なります。

図 *28 :* メッシュ ネットワーク トラフィックの終端



（注） HSRP 設定がメッシュ ネットワークで動作中の場合は、入出力マルチキャスト モードを設定することを推奨します。マルチキャスト設定の詳細については、「Enabling Multicast on the Network (CLI)」の項を参照してください。

新しいコントローラ ソフトウェア リリースへのアップグレードの詳細については、http://www.cisco.com/en/US/products/ps10315/prod_release_notes_list.html の『*Release Notes for Cisco Wireless LAN Controllers and Lightweight Access Points*』を参照してください。

メッシュとコントローラ ソフトウェアのリリースおよび互換性のあるアクセス ポイントの詳細については、http://www.cisco.com/en/US/docs/wireless/controller/5500/tech_notes/Wireless_Software_Compatibility_Matrix.html の『*Cisco Wireless Solutions Software Compatibility Matrix*』を参照してください。

この章の内容は、次のとおりです。

- メッシュ ネットワークへのメッシュ アクセス ポイントの追加 （98 ページ）
- リリース8.2での Mesh PSK Key を使ったプロビジョニング （109 ページ）
- グローバル メッシュ パラメータの設定 （118 ページ）
- リリース 8.2 の 5 GHz および 2.4 GHz のメッシュ バックホール （128 ページ）
- バックホール クライアント アクセス （132 ページ）
- ローカル メッシュ パラメータの設定 （134 ページ）
- アンテナ利得の設定 （142 ページ）
- 動的チャネル割り当ての設定 （143 ページ）
- ブリッジ モードのアクセス ポイントでの RRM の設定 （146 ページ）
- 拡張機能の設定 （147 ページ）

メッシュ ネットワークへのメッシュ アクセス ポイントの追加

この項では、コントローラがネットワーク内でアクティブで、レイヤ 3 モードで動作していることを前提としています。

（注） メッシュ アクセス ポイントが接続するコントローラ ポートは、タグなしでなければなりません。

メッシュ アクセス ポイントをネットワークに追加する前に、次の手順を実行します。

ステップ 1 メッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスを、コントローラの MAC フィルタに追加します。「MAC フィルタへのメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスの追加」の項を参照してください。

ステップ 2 メッシュ アクセス ポイントのロール（RAP または MAP）を定義します。「メッシュ アクセス ポイントのロールの定義」の項を参照してください。

ステップ 3 コントローラでレイヤ 3 が設定されていることを確認します。「レイヤ 3 の設定の確認」の項を参照してください。

ステップ 4 各メッシュ アクセス ポイントに、プライマリ、セカンダリ、およびターシャリのコントローラを設定します。「DHCP 43 および DHCP 60 を使用した複数のコントローラの設定」の項を参照してください。

バックアップ コントローラを設定します。「バックアップ コントローラの設定」を参照してください。

ステップ 5 外部 RADIUS サーバを使用して、MAC アドレスの外部認証を設定します。「RADIUS サーバを使用した外部認証および許可の設定」を参照してください。

ステップ 6 グローバル メッシュ パラメータを設定します。「グローバル メッシュ パラメータの設定」の項を参照してください。

ステップ 7 バックホール クライアント アクセスを設定します。「拡張機能の設定」の項を参照してください。

ステップ 8 ローカル メッシュ パラメータを設定します。「ローカル メッシュ パラメータの設定」を参照してください。

ステップ 9 アンテナ パラメータを設定します。「アンテナ利得の設定」の項を参照してください。

ステップ 10 シリアル バックホールのチャネルを設定します。この手順は、シリアル バックホール アクセス ポイントにのみ適用できます。「シリアル バックホール アクセス ポイントでのバックホール チャネル選択解除」の項を参照してください。

ステップ 11 メッシュ アクセス ポイントの DCA チャネルを設定します。「動的チャネル割り当ての設定」の項を参照してください。

ステップ 12 （必要に応じて）モビリティ グループを設定し、コントローラを割り当てます。『Cisco Wireless LAN Controller Configuration Guide』の「Configuring Mobility Groups」の章を参照してください。

ステップ 13 （必要に応じて）イーサネット ブリッジングを設定します。「イーサネット ブリッジングの設定」の項を参照してください。

ステップ 14 イーサネット VLAN タギング ネットワーク、ビデオ、音声などの拡張機能を設定します。「拡張機能の設定」の項を参照してください。

MAC フィルタへのメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスの追加

メッシュ ネットワーク内で使用するすべてのメッシュ アクセス ポイントのために、radio の MAC アドレスを適切なコントローラに入力する必要があります。コントローラは、許可リストに含まれる屋外無線からの discovery request にだけ応答します。コントローラでは、MAC フィルタリングがデフォルトで有効になっているため、MAC アドレスだけを設定する必要があります。アクセス ポイントが SSC を持ち、AP 認可リストに追加された場合は、AP の MAC アドレスを MAC フィルタリング リストに追加する必要はありません。

GUI と CLI のどちらを使用しても、メッシュ アクセス ポイントを追加できます。

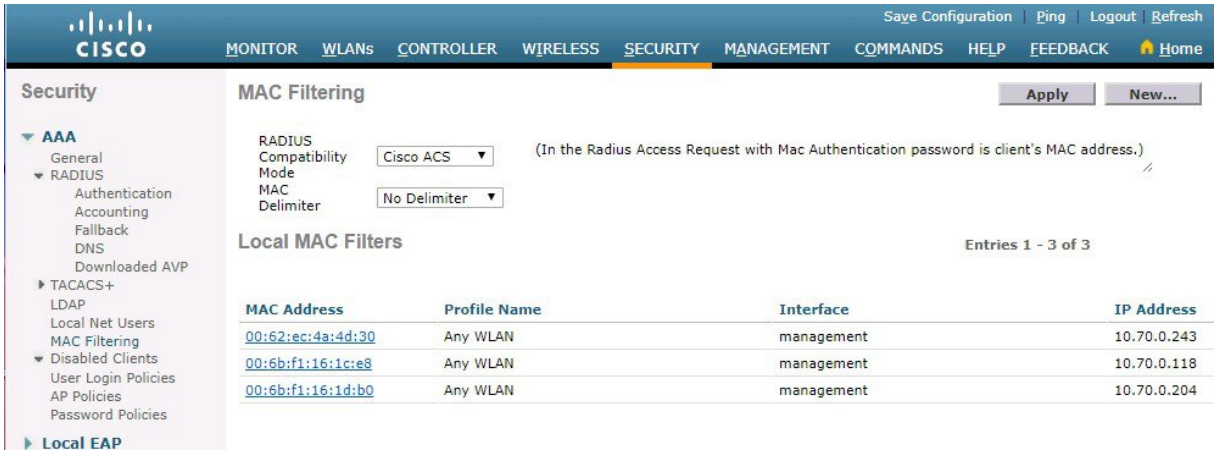
（注） メッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスのリストをダウンロードして、Cisco Prime Infrastructure を使用してコントローラにプッシュすることもできます。

コントローラ フィルタ リストへのメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスの追加（GUI）

コントローラの GUI を使用してコントローラにメッシュ アクセス ポイントの MAC フィルタ エントリを追加する手順は、次のとおりです。

ステップ 1 [Security] > [AAA] > [MAC Filtering] を選択します。[MAC Filtering] ページが表示されます。

図 *29 : [MAC Filtering]* ページ



ステップ 2 [New] をクリックします。[MAC Filters > New] ページが表示されます。

ステップ 3 メッシュ アクセス ポイントの radio MAC アドレスを入力します。

（注） 1500 シリーズ屋外メッシュ アクセス ポイントの場合は、メッシュ アクセス ポイントの BVI MAC アドレスを MAC フィルタとして、コントローラで指定します。屋内メッシュ アクセス ポイントの場合は、イーサネット MAC を入力します。必要な MAC アドレスがメッシュ アクセス ポイントの外部に記載されていない場合は、アクセス ポイントのコンソールで **sh int** | **i** *hardware* コマンドを入力して、BVI およびイーサネット MAC アドレスを表示します。

ステップ 4 [Profile Name] ドロップダウン リストから、[Any WLAN] を選択します。

ステップ 5 [Description] フィールドで、メッシュ アクセス ポイントの説明を指定します。入力するテキストによって、コントローラでメッシュ アクセス ポイントが識別されます。

（注） たとえば、名前の略語と MAC アドレス最後の数桁（ap1522:62:39:10 など）を入力するという使い方ができます。ロケーションの詳細（屋上、ポール トップ、交差道路など）を記述することもできます。

ステップ 6 [Interface Name] ドロップダウン リストから、メッシュ アクセス ポイントを接続するコントローラ インターフェイスを選択します。

ステップ 7 [Apply] をクリックして、変更を確定します。この時点で、メッシュ アクセス ポイントが [MAC Filtering] ページの MAC フィルタのリストに表示されます。

ステップ 8 [Save Configuration] をクリックして、変更を保存します。

ステップ 9 この手順を繰り返して、追加のメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスを、リストに追加します。

コントローラ フィルタ リストへのメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスの追加（CLI）

コントローラの CLI を使用してコントローラにメッシュ アクセス ポイントの MAC フィルタ エントリを追加する手順は、次のとおりです。

ステップ 1 メッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスをコントローラ フィルタ リストに追加するには、次のコマンドを入力します。

config macfilter add *ap_mac wlan_id interface* [*description*]

wlan_id パラメータの値をゼロ（0）にすると任意の WLAN を指定し、*interface* パラメータの値をゼロ（0）にするとなしを指定します。オプションの *description* パラメータには、最大 32 文字の英数字を入力できます。

ステップ 2 変更を保存するには、次のコマンドを入力します。

save config

メッシュ アクセス ポイントのロール定義

デフォルトでは、AP1500 は MAP に設定された radio のロールで出荷されます。RAP として動作させるには、メッシュ アクセス ポイントを再設定する必要があります。

MAP および RAP のコントローラへの接続に関する一般的な注意事項

一般的な注意事項は次のとおりです。

- MAP は常にイーサネット ポートをプライマリ バックホールとして設定し（イーサネット ポートが UP している場合）、802.11a/n/ac radio をセカンダリとして設定します。これによって、最初に、ネットワーク管理者がメッシュ アクセス ポイントを RAP として再設定する時間を取ることができます。ネットワークの高速コンバージェンスのために、メッシュ ネットワークに参加するまではイーサネット デバイスを MAP に接続しないことをお勧めします。
- UP しているイーサネット ポートでコントローラへの接続に失敗した MAP は、802.11a/n/ac radio をプライマリ バックホールとして設定します。MAP がネイバーを見つけられなかっ

た場合、またはネイバーを介してコントローラに接続できなかった場合、イーサネット ポートは再びプライマリ バックホールとして設定されます。

- イーサネット ポートを介してコントローラに接続されている MAP は、（RAP とは違って）メッシュ トポロジを構築しません。
- RAP は、常にイーサネット ポートをプライマリ バックホールとして設定します。
- イーサネット ポートが RAP で DOWN している場合、または RAP が UP しているイーサネット ポートでコントローラに接続できない場合は、802.11a/n/ac radio が 15 分間プライマリ バックホールとして設定されます。ネイバーを見つけられなかった場合、または 802.11a/n/ac radio 上でネイバーを介してコントローラに接続できない場合は、プライマリ バックホールがスキャン状態になります。プライマリ バックホールは、イーサネット ポートでスキャンを開始します。

AP ロールの設定（GUI）

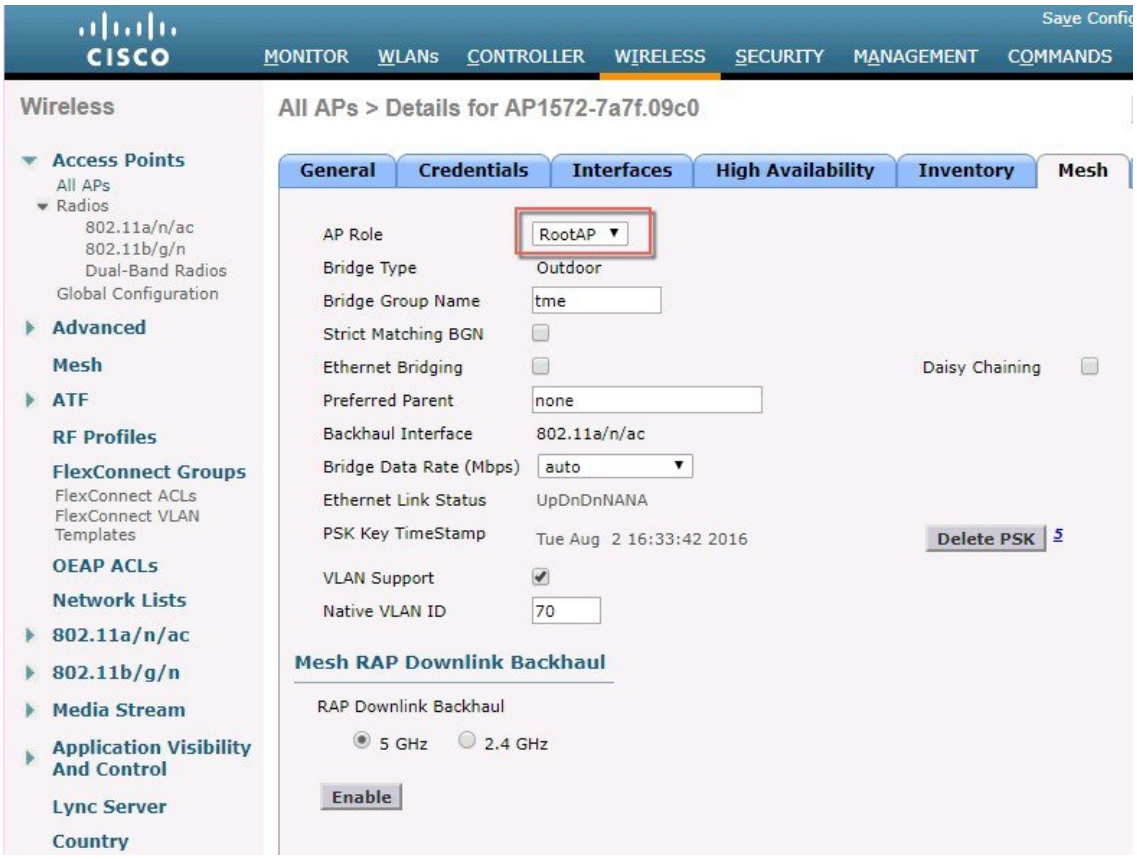
GUI を使用してメッシュ アクセス ポイントのロールを設定する手順は、次のとおりです。

ステップ 1 [Wireless] をクリックして、[All APs] ページを開きます。

ステップ 2 アクセス ポイントの名前をクリックします。[All APs > Details]（[General]）ページが表示されます。

ステップ 3 [Mesh] タブをクリックします。

図 *30 : [All APs > Details for]*（*[Mesh]*）ページ



ステップ 4 [AP Role] ドロップダウン リストから [RootAP] または [MeshAP] を選択します。

ステップ 5 [Apply] をクリックして変更を適用し、アクセス ポイントをリブートします。

AP ロールの設定（CLI）

CLI を使用してメッシュ アクセス ポイントのロールを設定するには、次のコマンドを入力します。

config ap role {**rootAP** | **meshAP**} *Cisco_AP*

DHCP 43 および DHCP 60 を使用した複数のコントローラの設定

組み込みの Cisco IOS DHCP サーバを使用して、メッシュ アクセス ポイント用に DHCP オプション 43 および 60 を設定する手順は、次のとおりです。

ステップ 1 Cisco IOS の CLI でコンフィギュレーション モードに切り替えます。

ステップ 2 DHCP プール（デフォルトのルータやネーム サーバなどの必要なパラメータを含む）を作成します。DHCP プールの作成に使用するコマンドは次のとおりです。

```
ip dhcp pool pool name
network IP Network Netmask
default-router Default router
dns-server DNS Server
```

値は次のとおりです。

```
pool name is the name of the DHCP pool, such as AP1520
IP Network is the network IP address where the controller resides, such as 10.0.15.1
Netmask is the subnet mask, such as 255.255.255.0
Default router is the IP address of the default router, such as 10.0.0.1
DNS Server is the IP address of the DNS server, such as 10.0.10.2
```

ステップ 3 次の構文を使用してオプション 60 の行を追加します。

```
option 60 ascii “VCI string”
```

VCI 文字列の場合は、次のいずれかの値を使用します。引用符は必ず含める必要があります。

```
For Cisco 1570 series access points, enter “Cisco AP c1570”
For Cisco 1560 series access points, enter “Cisco AP c1560”
For Cisco 1530 series access points, enter “Cisco AP c1530”
For Cisco 1540 series access points, enter “Cisco AP c1540”
```

ステップ 4 次の構文に従って、オプション 43 の行を追加します。

```
option 43 hex hex string
```

16 進文字列には、次の TLV 値を組み合わせて指定します。

Type（型） + Length（長さ） + Value（値）

Type は、常に f1（16 進数）です。Length は、コントローラ管理 IP アドレスの個数の 4 倍の値を 16 進数で表したものです。Value は、一覧表示されるコントローラの IP アドレスを順番に 16 進数で表したものです。

たとえば、管理インターフェイスの IP アドレス 10.126.126.2 および 10.127.127.2 を持った 2 台のコントローラがあるとします。Type は、f1（16 進数）です。Length は、2 X 4 = 8 = 08（16 進数）です。IP アドレスは、0a7e7e02 および 0a7f7f02 に変換されます。文字列を組み合わせると f1080a7e7e020a7f7f02 になります。

DHCP スコープに追加された結果の Cisco IOS コマンドは、次のとおりです。

```
option 43 hex f1080a7e7e020a7f7f02
```

バックアップ コントローラ

中央の場所にあるコントローラは、ローカル地方にあるプライマリ コントローラとメッシュ アクセス ポイントとの接続が失われたときに、バックアップ コントローラとして機能できます。中央および地方のコントローラは、同じモビリティ グループに存在する必要はありません。コントローラの GUI または CLI を使用してバックアップ コントローラの IP アドレスを指定できるため、メッシュ アクセス ポイントは Mobility Group の外部にあるコントローラに対してフェール オーバーすることができます。

コントローラに接続しているすべてのアクセス ポイントに対してプライマリとセカンダリのバックアップ コントローラ（プライマリ、セカンダリ、ターシャリのコントローラが指定されていないか応答がない場合に使用される）や、ハートビート タイマーやディスカバリ要求タイマーなどの各種タイマーを設定することもできます。

（注） ファスト ハートビート タイマーはブリッジ モードのアクセス ポイントではサポートされていません。ファスト ハートビート タイマーは、ローカルおよび FlexConnect モードのアクセス ポイントでのみ設定されます。

メッシュアクセスポイントは、バックアップコントローラのリストを保持し、定期的にprimary discovery request をリストの各エントリに対して送信します。メッシュ アクセス ポイントがコントローラから新規の discovery response を受信すると、バックアップ コントローラのリストが更新されます。primary discovery request に 2 回連続で応答できなかったコントローラはすべて、リストから削除されます。メッシュ アクセス ポイントのローカル コントローラが応答しない場合は、バックアップ コントローラのリストから使用可能なコントローラが選択されます。選択される順序は、プライマリ コントローラ、セカンダリ コントローラ、ターシャリ コントローラ、プライマリ バックアップ、そしてセカンダリ バックアップです。メッシュ アクセス ポイントは、バックアップ コントローラのリストで最初に使用可能なコントローラからの discovery response を待ち、プライマリ ディスカバリ要求タイマーに設定された時間内に discovery response を受信した場合はそのコントローラに join します。タイマーの制限に達すると、メッシュ アクセス ポイントは、コントローラに join できなかったと見なし、バックアップ コントローラのリストで次に使用可能なコントローラからの discovery response を待ちます。

（注） メッシュ アクセス ポイントのプライマリ コントローラが復帰すると、メッシュ アクセス ポイントはバックアップ コントローラとの接続を解除し、プライマリ コントローラに再接続します。メッシュ アクセス ポイントは、設定されているセカンダリ コントローラではなく、プライマリ コントローラにフォールバックします。たとえばプライマリ、セカンダリ、およびターシャリのコントローラが設定されているメッシュ アクセス ポイントの場合、プライマリとセカンダリのコントローラが応答しなくなると、ターシャリ コントローラにフェール オーバーします。その後、プライマリ コントローラが復帰するまで待って、プライマリ コントローラにフォール バックします。セカンダリ コントローラが復帰しても、メッシュ アクセス ポイントはターシャリ コントローラからセカンダリ コントローラにフォール バックせず、プライマリ コントローラが復帰するまでターシャリ コントローラに接続したままになります。

RADIUS サーバを使用した外部認証および認可の設定

リリース 7.0 以降では、Cisco ACS（4.1 以降）や ISE などの RADIUS サーバを使用した、メッシュ アクセス ポイントの外部認証および認可がサポートされています。RADIUS サーバは、クライアント認証タイプとして、証明書を使用する EAP-FAST をサポートする必要があります。

メッシュ ネットワーク内で外部認証を使用する前に、次の変更を行う必要があります。

- AAA サーバとして使用する RADIUS サーバをコントローラに設定する必要があります。
- コントローラも、RADIUS サーバで設定する必要があります。
- 外部認証および認可用に設定されたメッシュ アクセス ポイントを RADIUS サーバのユーザ リストに追加します。
  - 詳細については、「RADIUS サーバへのユーザ名の追加」の項を参照してください。
- RADIUS サーバで EAP-FAST を設定し、証明書をインストールします。802.11a インターフェイスを使用してメッシュ アクセス ポイントをコントローラに接続する場合には、EAP-FAST 認証が必要です。外部 RADIUS サーバは、Cisco Root CA 2048 を信頼する必要があります。CA 証明書のインストールと信頼については、「RADIUS サーバの設定」の項を参照してください。

（注） ファスト イーサネットまたはギガビット イーサネット インターフェイスを使用してメッシュ アクセス ポイントをコントローラ接続する場合は、MAC 認可だけが必要です。

（注） また、この機能は、コントローラ上のローカル EAP および PSK 認証をサポートしています。

RADIUS サーバの設定

RADIUS サーバに CA 証明書をインストールして信頼するように設定する手順は、次のとおりです。

ステップ 1 次の場所から Cisco Root CA 2048 の CA 証明書をダウンロードします。

- https://www.cisco.com/security/pki/certs/crca2048.cer
- https://www.cisco.com/security/pki/certs/cmca.cer

ステップ 2 次のように証明書をインストールします。

a) Cisco Secure ACS のメイン メニューから、[System Configuration] > [ACS Certificate Setup] > [ACS Certification Authority Setup] をクリックします。
b) [CA certificate file] ボックスに、CA 証明書の場所（パスと名前）を入力します（たとえば、c:\Certs\crca2048.cer）。
c) [Submit] をクリックします。`

ステップ 3 次のように外部 RADIUS サーバを設定して、CA 証明書を信頼するようにします。

a) Cisco Secure ACS のメイン メニューから、[System Configuration] > [ACS Certificate Setup] > [Edit Certificate Trust List] の順に選択します。[Edit Certificate Trust List] が表示されます。
b) 証明書の名前（[Cisco Root CA 2048 (Cisco Systems)]）の横にあるチェックボックスを選択します。
c) [Submit] をクリックします。`
d) ACS を再起動するには、[System Configuration] > [Service Control] の順に選択してから、[Restart] をクリックします。

Cisco ACS サーバに関する追加の設定詳細については、次のドキュメントを参照してください。

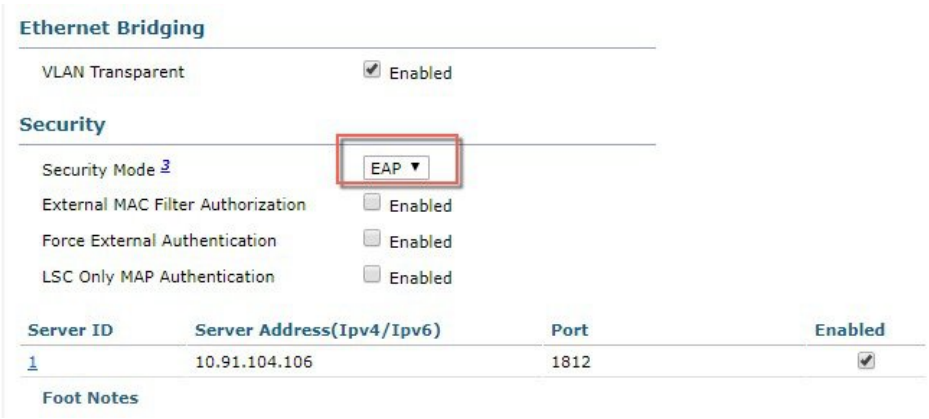
- http://www.cisco.com/en/US/products/sw/secursw/ps2086/products_installation_and_configuration_guides_list.html（Windows）
- http://www.cisco.com/en/US/products/sw/secursw/ps4911/（UNIX）

メッシュ アクセス ポイントの外部認証の有効化（GUI）

GUI を使用してメッシュ アクセス ポイントの外部認証を有効にする手順は、次のとおりです。

ステップ 1 [Wireless] > [Mesh] を選択します。[Mesh] ページが表示されます（図 31 : [Mesh] ページ （107 ページ） を参照）。

図 *31 : [Mesh]* ページ



ステップ 2 セキュリティ セクションで、[Security Mode] ドロップダウン リストから [EAP] オプションを選択します。

ステップ 3 [External MAC Filter Authorization] オプションと [Force External Authentication] オプションの [Enabled] チェックボックスを選択します。

ステップ 4 [Apply] をクリックします。

ステップ 5 [Save Configuration] をクリックします。

RADIUS サーバへのユーザ名の追加

メッシュ アクセス ポイントの RADIUS 認証を有効にする前に、外部 RADIUS サーバによって認可および認証されるメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスをサーバのユーザ リストに追加します。

リモート認可および認証の場合、EAP-FAST は製造元の証明書（CERT）を使用して、子メッシュ アクセス ポイントを認証します。また、この製造元証明書に基づく ID は、ユーザの確認においてメッシュ アクセス ポイントのユーザ名として機能します。

Cisco IOS ベースのメッシュ アクセス ポイントの場合は、MAC アドレスをユーザ リストに追加するだけでなく、*platform_name_string–MAC_address* 文字列をユーザ リストに入力する必要があります（たとえば、c1240-001122334455）。コントローラは最初に MAC アドレスをユーザ名として送信します。この初回の試行が失敗すると、コントローラは *platform_name_string–MAC_address* 文字列をユーザ名として送信します。

（注） 認証 MAC アドレスは屋内と屋外の AP で異なります。屋内 AP が AP のギガビット イーサネット MAC アドレスを使用するのに対して、屋外 AP は、AP の BVI MAC アドレスを使用します。

RADIUS サーバのユーザ名エントリ

各メッシュ アクセス ポイントのために、2 つのエントリ *platform_name_string-MAC_address* 文字列と、その後にハイフンで区切られた MAC アドレスを RADIUS サーバに追加する必要があります。次に例を示します。

- platform_name_string-MAC_address

  ユーザ：c1570-aabbccddeeff

  パスワード：cisco

- ハイフンで区切られた MAC アドレス

  ユーザ：aa-bb-cc-dd-ee-ff

  パスワード：aa-bb-cc-dd-ee-ff

（注） AP1552 プラットフォームは c1550 のプラットフォーム名を使用します。AP1572 は c1570 のプラットフォーム名を使用します。

メッシュ アクセス ポイントの外部認証の有効化（CLI）

CLI を使用してメッシュ アクセス ポイントの外部認証を有効にするには、次のコマンドを入力します。

ステップ 1 **config mesh security eap**

ステップ 2 **config macfilter mac-delimiter colon**

ステップ 3 **config mesh security rad-mac-filter enable**

ステップ 4 **config mesh radius-server** *index* **enable**

ステップ 5 **config mesh security force-ext-auth enable**（任意）

セキュリティ統計情報の表示（CLI）

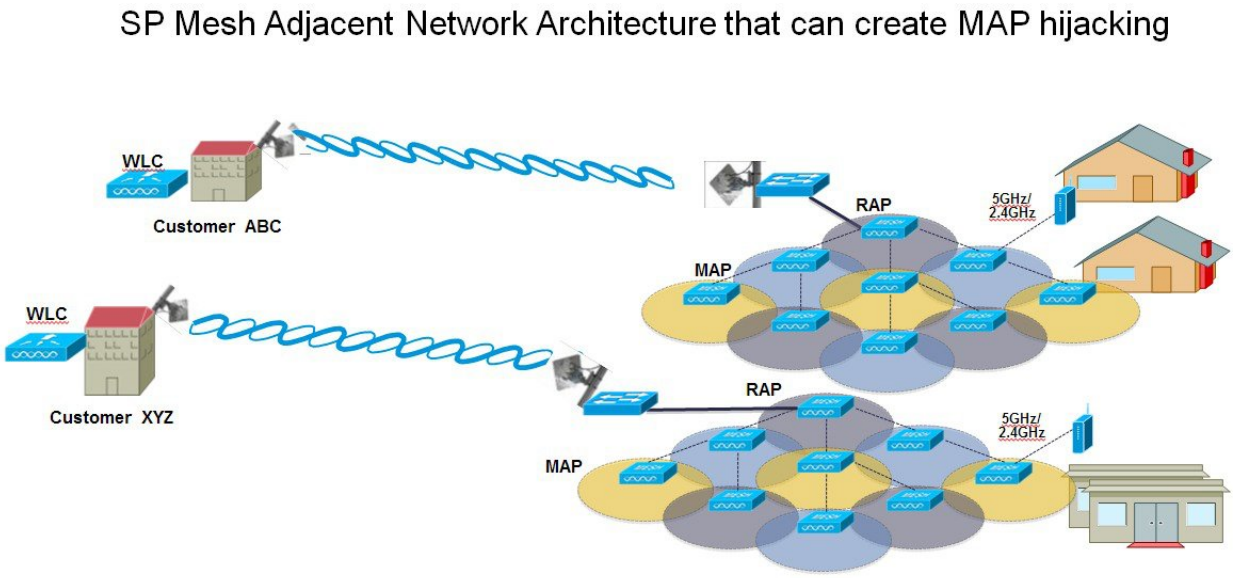
CLI を使用してメッシュ アクセス ポイントのセキュリティ統計を表示するには、次のコマンドを入力します。

show mesh security-stats *Cisco_AP*

このコマンドを使用すると、指定のアクセス ポイントとその子アクセス ポイントのパケット エラー統計、エラー数、タイムアウト数、アソシエーションと認証の成功数、再アソシエーション数、および再認証数が表示されます。

リリース8.2での Mesh PSK Key を使ったプロビジョニング

Cisco Mesh の導入時に、ワイルドカードの MAC フィルタリングで AAA を使用し MAP 接続を許可する場合、メッシュアクセスポイント（MAP）が現在join中のネットワークから離れて、別のメッシュ ネットワークへ join することがあります。メッシュ AP のセキュリティが EAP-FAST を RADIUS 認証として使用しているため、この動作を制御できません。EAP セキュリティでは AP の MAC アドレスとタイプの組み合わせが使用されるため、制御設定を使用できないためです。PSK オプションでデフォルトのパスフレーズを使用すると、セキュリティ リスクとハイジャックの危険性が伴います。この問題は、MAP が移動車両（公共交通機関、フェリー、船など）で使用されるときに、2 つの異なる SP の重複導入で顕著に現れます。この場合、MAP は特定の SP のメッシュ ネットワークに固定される必要がなくなるため、MAP を別の SP ネットワークによって乗っ取られたり、使用されることがあります。こうした導入環境では SP の対象顧客にサービスを提供できなくなります。



8.2 リリースで導入された新しい機能は、メッシュ導入を制御し、現在使用されているデフォルトの「**cisco**」PSK を超える MAP のセキュリティの強化に役立つ（WLC からプロビジョニングできる）PSK 機能を有効にします。この新機能によって、カスタム PSK で設定した MAP は、RAP および WLC を使用して認証を行う場合に強化されたキーを使用します。コントローラ ソフトウェア リリース 8.1 以下からアップグレードするかリリース 8.2 からダウングレードする場合は、特別な注意が必要です。管理者は MAP ソフトウェアで PSK を有効化/無効化する際の影響を理解する必要があります。

サポートされるワイヤレス メッシュのコンポーネント

- 3504、WiSM-2、5508、5520、7500 および 8500 シリーズ ワイヤレス LAN コントローラ
- メッシュ AP 1550、1530、1540（リリース 8.5）、1560（リリース 8.4）、または 1570 シリーズおよび屋内メッシュ サポートの AP のすべて
- ワイヤレス クライアント（タブレット、スマートフォンなど）。

機能の設定手順

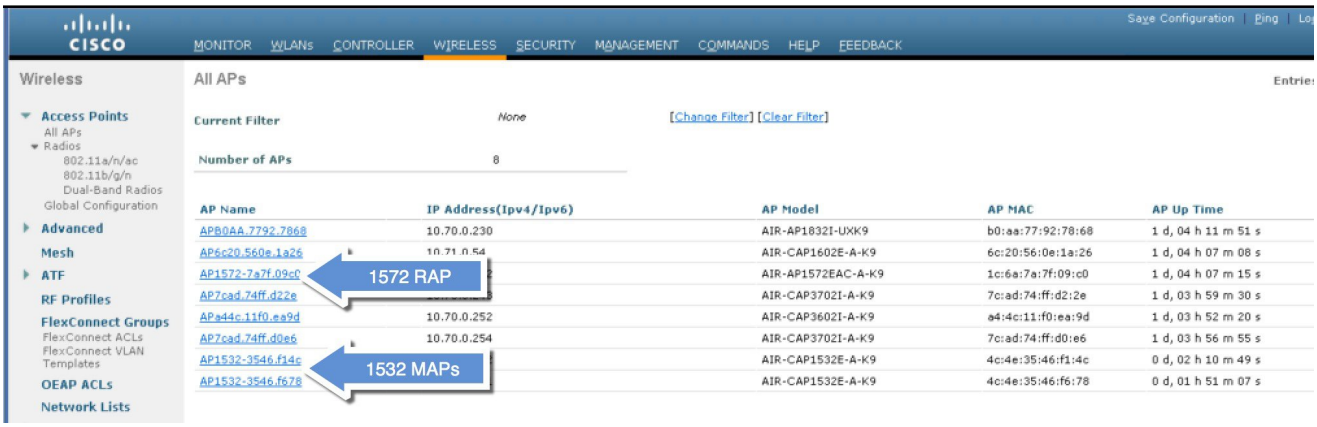
管理者はセキュリティ モードを PSK として設定する必要があります。また任意で新しい PSK を設定します。PSK が設定されていない場合、MAP はデフォルト PSK キー「**cisco**」で WLC に join することはできません。

- プロビジョニングは、各 WLC にローカルであること
- ローカル プロビジョニングを可能にするために「有効化」された状態であること
- WLC に従うキー強度（小文字、大文字の特殊文字の組み合わせを含む英数字、長さ 3 ～ 32 文字、特殊文字をサポート、冗長なパスワードはサポートされない）。

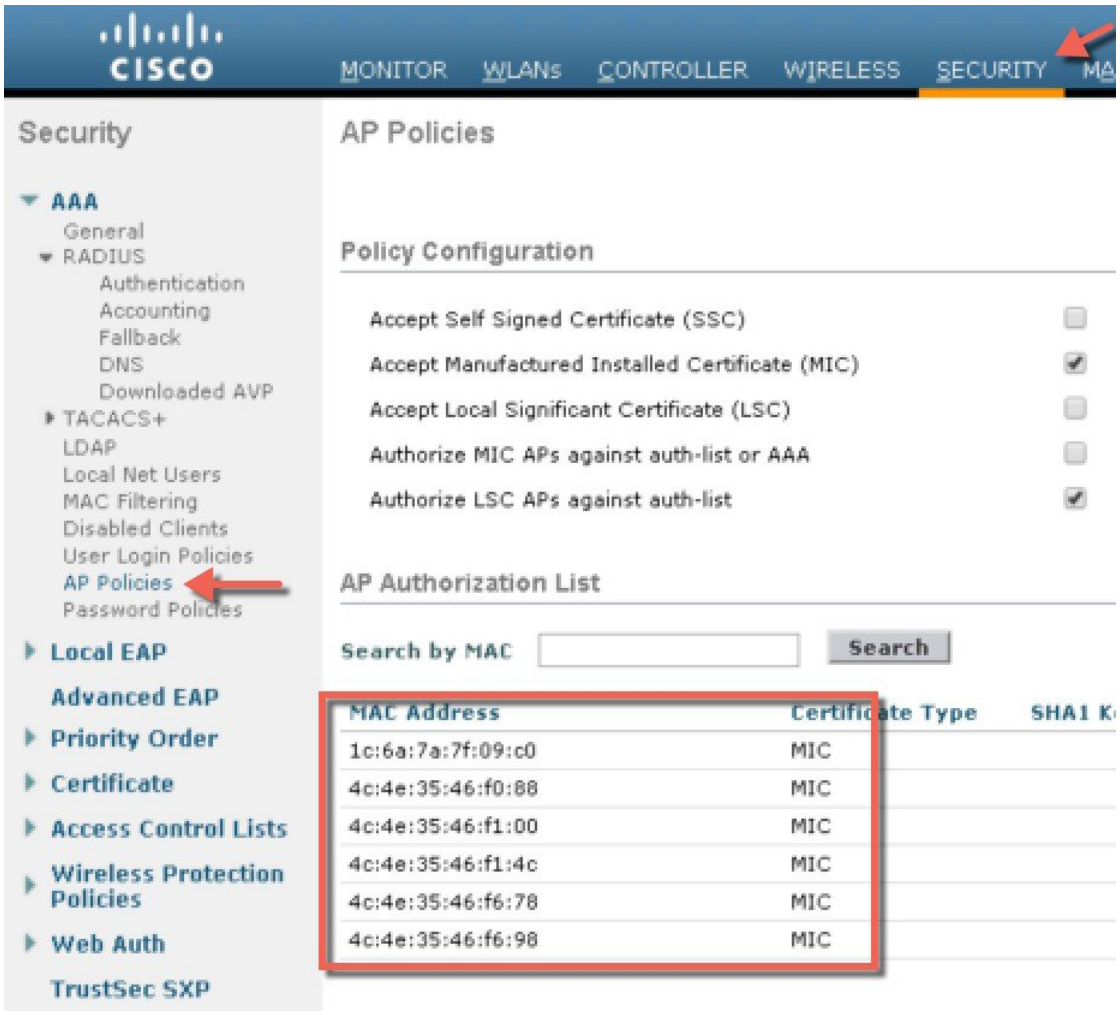
- プロビジョニングされたPSKは、WLCで暗号化され、保存され、暗号化された形式でAPに送信される。

メッシュ PSK GUI の設定

ステップ 1 本ガイドで先述したように、コントローラに RAP を接続します。下記の設定の図の例では、2 台の 1532 MAP が RAP 1572 に接続しています。

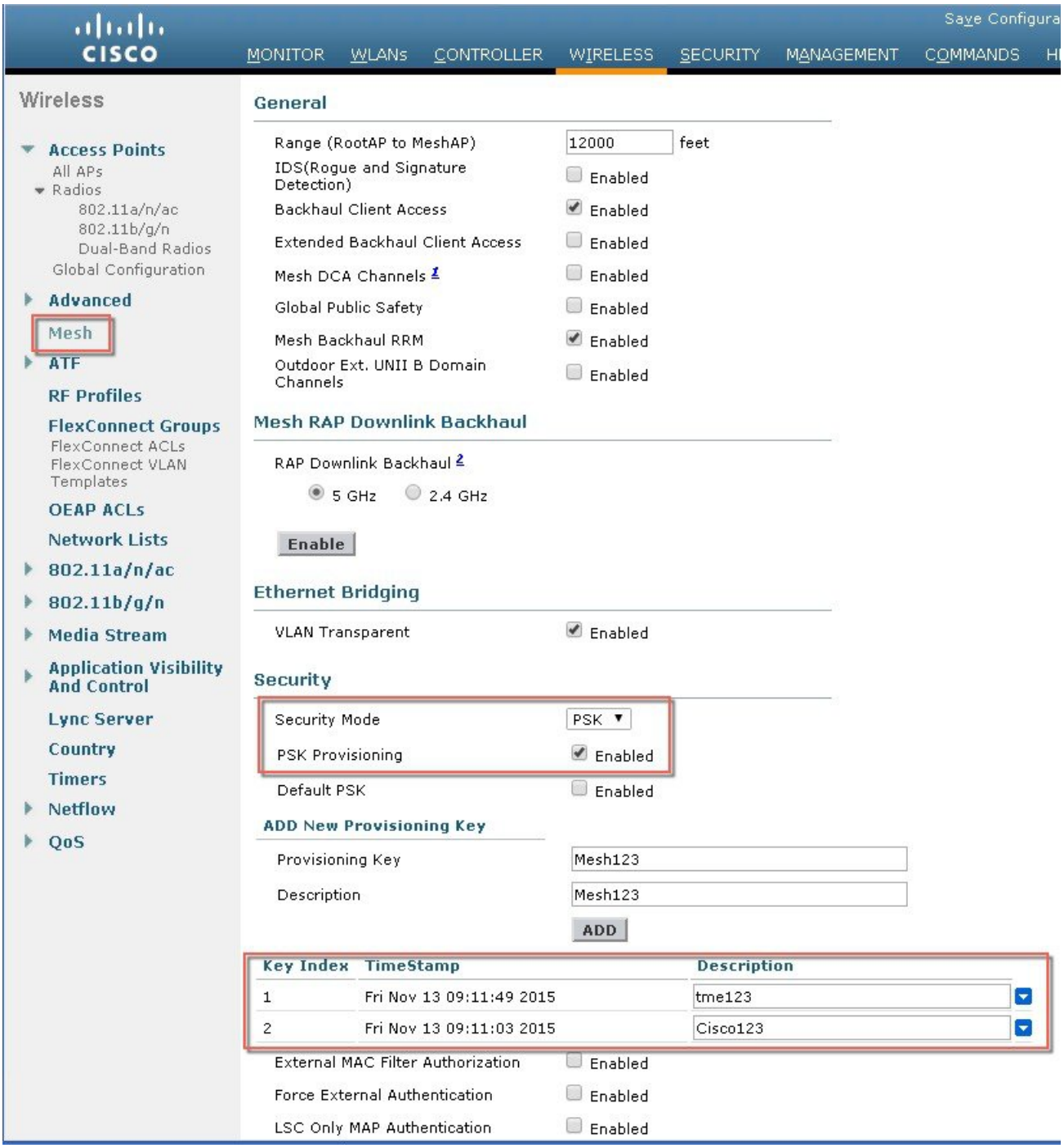


本ガイドに示すように、MAPの初期接続のオプションの1つとして、スクリーンショットのように、MAPをRAPに接続するために、コントローラにMAPのMACアドレスを入力する必要があります。



ステップ 2 [Wireless] > [Mesh] メニューから、PSK として [Security Mode] を選択し、[PSK Provisioning] を有効にします。

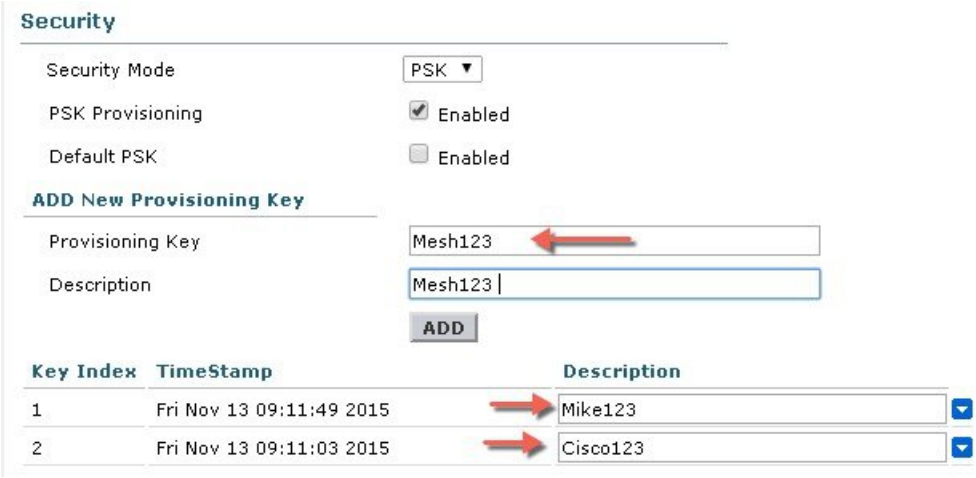
リリース 8.2 MAC 以前のワイルド カード文字を含む AAA 認証または EAP 認証には、EAP をデフォルトの内部認証と共に使用する 3 通りの方法しかありませんでした。一部の場合（特に、異なる顧客からメッシュのインストールが重複する場合）は MAC アドレス プロビジョニングが十分に信頼できず、メッシュ AP が別のメッシュ ネットワークから偶然にも乗っ取られる高い危険性がありました。これにより、メッシュ導入における多くの問題やカバレッジ ホールを生じる可能性もありました。そのため、リリース 8.2 では PSK MAP プロビジョニングが導入されました。上記のように PSK キーをワイヤレス コントローラに作成する必要があります。



ステップ 3 例に示すようにプロビジョニング キーを入力して [ADD] を押し、入力された値を適用します。

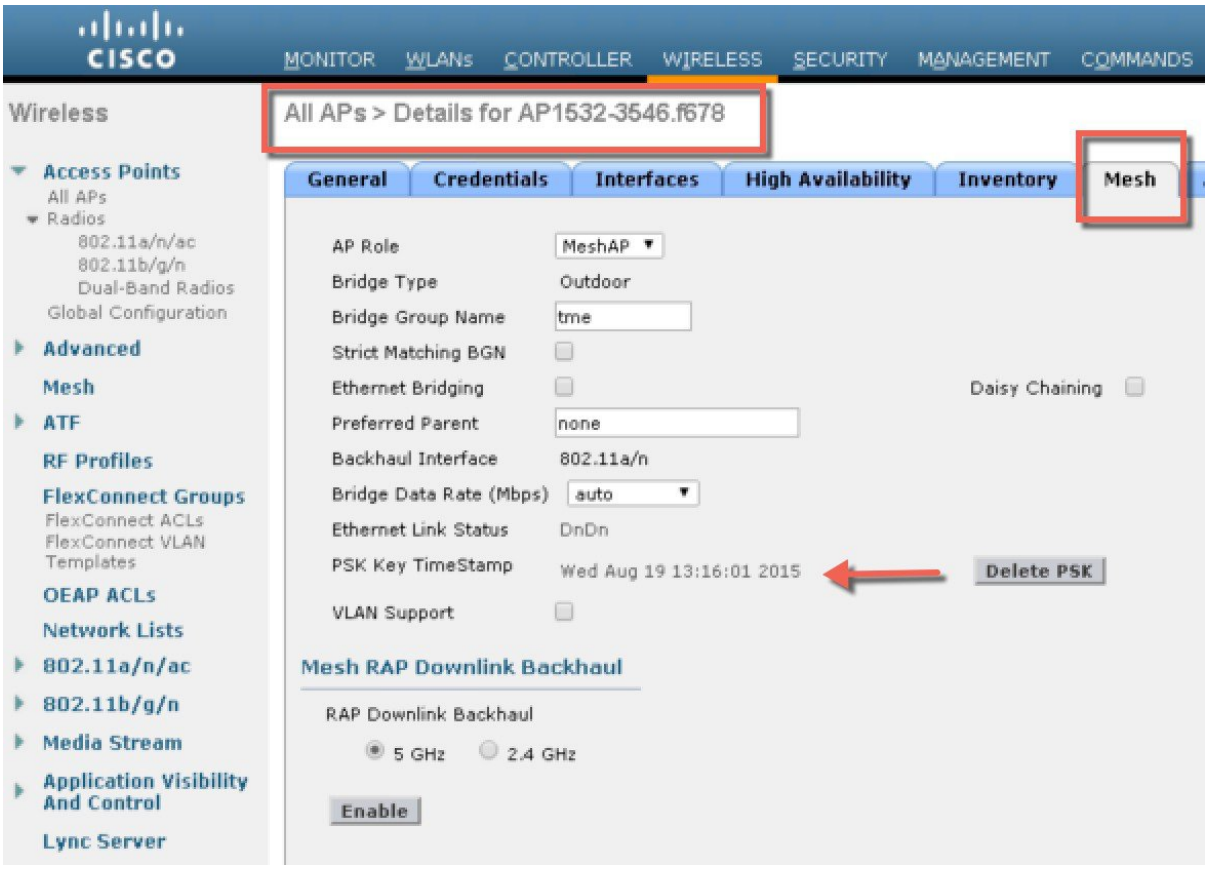
キーの値は一覧に表示されませんが、キーがコントローラにプロビジョニングされる際はタイム スタンプ付きのキーのインデックスだけが表示されます。最大 5 つのキーをプロビジョニングに使用される MAP のコントローラに入力できます。これら 5 つのキーはコントローラのフラッシュに常時保存されており、

MAP によるプロビジョニングではいずれかを使用できます。プロビジョニングされた PSK が MD5 暗号化アルゴリズム（128-bit）により暗号化され、新しいキーの設定時に AP に送信されます。

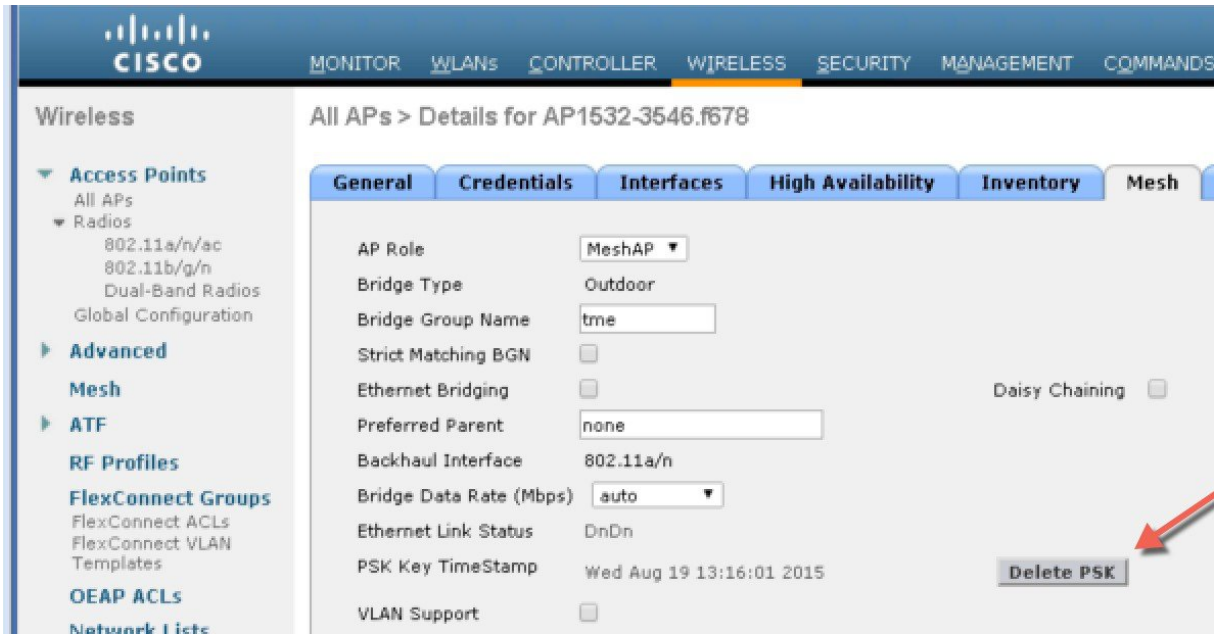


ステップ 4 設定および有効化された PSK キーがコントローラに提供されると、キーは RAP でプロビジョニングされ、その RAP に接続されたすべての MAP に伝播されます。同じキーは、メッシュ ネットワーク内の他の子 MAP すべてに伝播されます。MAP 上で PSK キーの受信と RAP/MAP ネットワークへの認証を行うのに、必要な操作はありません。

例に示すように、RAP に接続された 1 つの特定の MAP を [Mesh] タブで確認する場合、インデックス 1 および 8 月 19 日からのタイム スタンプ付きの PSK キーを使用して MAP がプロビジョニングされていることを確認できます。



ステップ 5 PSK キーがコントローラ上で失われたか、または意図的に削除された場合、プロビジョニングされた PSK キーは MAP または RAP から 削除できます。



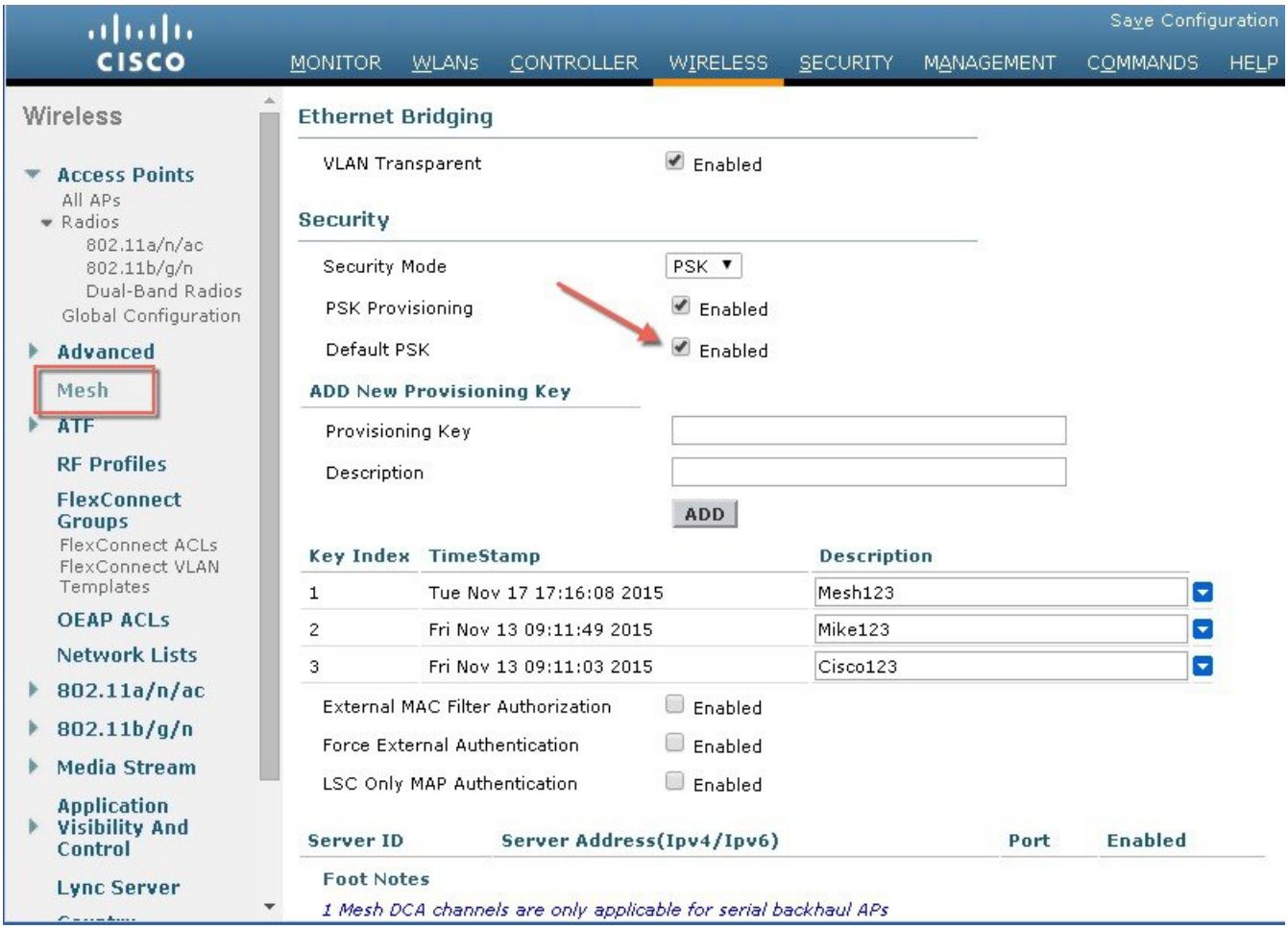
ステップ 6 このため、MAP が誤ったネットワークに接続してキーを取得した場合でも、管理者は誤った PSK キーを削除できます。さらに、EAP セキュリティで join した場合でも、WLC GUI インターフェイスで PSK タイムスタンプの [Delete PSK] を使用すれば、AP からプロビジョニング済み PSK を削除できます。このオプションは、AP が孤立状態になるか、無効な PSK/EAP セキュリティを使用して孤立状態のメッシュ AP に再 join した場合に、メッシュ AP リカバリ手段として利用できます。PSK キーが MAP から削除されると、デフォルト PSK キーが「cisco」に戻ります。

（注）

- パスフレーズ「cisco」を使用して PSK を設定しても、「シスコのデフォルト PSK」を使用しているとは限りません。プロビジョニングされた PSK は、「シスコのデフォルト PSK」とは無関係に機能します。
- RAP の PSK キーを削除すると、RAP が MAP にならない限り適用されません。

ただし、PSK キーがすでにコントローラおよび RAP/MAP で設定されている場合、一致する PSK キーが無い MAP はメッシュ ネットワークに接続できません。プロビジョニングされていない MAP を、コントローラで PSK が有効化されたメッシュ ネットワークに接続するには、[Provisioning] ウィンドウが有効化されている必要があります。

例に示すように、[Provisioning] ウィンドウを手動で有効にすると、デフォルトの「cisco」PSK キーを使用して MAP が接続可能になり、同時に新しい PSK キーを取得します。



（注） メッシュ管理者にとって重要なことは、デフォルトの PSK キーを持つ MAP がプロビジョニング済みのメッシュ ネットワークに接続しないように、デフォルトの [Provisioning] ウィンドウを無効にすることです。

次のシナリオはメッシュ AP が孤立する原因になる可能性があるため、必ずこれらの設定ミスを回避するように注意してください。

- 設定済み AP はデフォルト PSK を使用して join しようとするが、WLC でデフォルトまたは [PSK Provisioning Window] オプションが有効になっていない
- WLC でプロビジョニングされた PSK を忘れた（PSK の説明をメモしておけば、忘れたときに便利です。プロビジョニングされた PSK の保存またはリカバリは AP 上で実行する必要があります。）

モビリティ グループのコントローラを使用したメッシュ PSK のプロビジョニング

モビリティ グループで RAP が設定されている場合、モビリティ グループの全コントローラに対して同じ PSK キーを使用するか、または 5 つの認可 PSK キーのうちの 1 つを使用すること

が常に推奨されます。この方法により、異なるコントローラからの MAP でも認証できます。PSK のスタンプを見れば、MAP および PSK キーの作成元を確認できます。

マルチコントローラの設定で PSK または EAP セキュリティのメッシュ AP を設定する場合の推奨事項を次に示します。

- すべてのコントローラで同じ PSK が必要です。異なるキーを持つ WLC は、RAP および MAP がその間で移動すると予期しない動作が生じ、長時間の停止を引き起こす場合もあります。
- すべてのコントローラは、同じセキュリティ方式に設定する必要があります。（プロビジョニングを有効化および PSK を作成した）EAP と PSK の併用は推奨されません。

PSK プロビジョニング用の CLI コマンド

- config mesh security psk provisioning enable/disable
- config mesh security psk provisioning key <pre-shared-key>
- config mesh security psk provision window enable/disable
- config mesh security psk provisioning delete_psk <ap|wlc> <ap_name|psk_index>”

グローバル メッシュ パラメータの設定

この項では、メッシュ アクセス ポイントがコントローラとの接続を確立するための設定の手順について説明します。内容は次のとおりです。

- RAP と MAP 間の最大レンジの設定（屋内 MAP には非適用）
- クライアント トラフィックを伝送するバックホールの有効化
- VLAN タグが転送されるかどうかの定義
- セキュリティ設定（ローカルおよび外部認証）を含むメッシュ アクセス ポイントの認証モード（EAP または PSK）および認証方式（ローカルまたは外部）の定義

必要なメッシュ パラメータを設定するには、GUI と CLI のいずれかを使用できます。パラメータはすべてグローバルに適用されます。

グローバル メッシュ パラメータの設定（GUI）

コントローラの GUI を使用してグローバル メッシュ パラメータを設定する手順は、次のとおりです。

ステップ 1 [Wireless] > [Mesh] を選択します。

ステップ 2 必要に応じて、メッシュ パラメータを修正します。

表 *9*：グローバル メッシュ パラメータ

パラメータ	説明
Range (RootAP to MeshAP)	ルート アクセス ポイント（RAP）とメッシュ アクセス ポイント（MAP）間に必要な最良の距離（フィート単位）です。ネットワーク内のコントローラと既存のすべてのメッシュ アクセス ポイントにjoinする場合、このグローバル パラメータは、すべてのメッシュ アクセス ポイントに適用されます。 **範囲**：150 ～ 132,000 フィート **デフォルト**：12,000 フィート （注） この機能を有効にすると、すべてのメッシュアクセスポイントがリブートします。
IDS（Rogue and Signature Detection）	この機能を有効にすると、クライアントアクセスだけ（バックホールではなく）のすべてのトラフィックに対する IDS レポートが生成されます。 この機能を無効にすると、IDS レポートは生成されませんが、バックホール上の帯域幅が節約されます。 次のコマンドを使用して、メッシュ AP でこの機能を有効または無効にする必要があります。 **config mesh ids-state** {**enable** | **disable**} （注） 2.4GHz IDS は、コントローラのグローバル IDS 設定で有効になります。

パラメータ	説明
バックホール クライアント アクセス	（注） このパラメータは、2 つ以上の radio に対応したメッシュ アクセス ポイントに適用されます。 バックホール クライアント アクセスが有効な場合は、ワイヤレス バックホール radio を介したワイヤレス クライアント接続が許可されます。ワイヤレス バックホールは、ほとんどのメッシュ アクセス ポイントでは 5 GHz radio です。つまり、バックホール radio は、バックホール トラフィックとクライアント トラフィックの両方を伝送できます。 バックホール クライアント アクセスが無効な場合は、バックホール トラフィックのみがワイヤレス バックホール radio を介して送信され、クライアント アソシエーションは 2 番目の radio のみを介して送信されます。 **デフォルト**：無効 （注） この機能を有効にすると、すべてのメッシュ アクセス ポイントがリブートします。

パラメータ	説明
VLAN トランスペアレント	この機能によって、メッシュ アクセス ポイントでイーサネット ブリッジング トラフィックの VLAN タグを処理する方法が決定されます。 （注） 概要および設定の詳細については、「拡張機能の設定」の項を参照してください。 VLAN トランスペアレントが有効な場合は、VLAN タグが処理されず、タグなしパケットとしてブリッジされます。 （注） VLAN トランスペアレントが有効な場合、イーサネット ポートの設定は必要ありません。イーサネット ポートは、タグありフレームとタグなしフレームの両方を解釈せずに渡します。 VLAN トランスペアレントが無効な場合は、すべてのパケットがポートの VLAN 設定（トランク モード、アクセス モード、またはノーマル モード）に従って処理されます。 （注） イーサネット ポートがトランク モードに設定されている場合は、イーサネット VLAN タギングを設定する必要があります。「イーサネット ブリッジングの有効化（GUI）」の項を参照してください。 （注） ノーマル、アクセス、およびトランク モードのイーサネット ポートの使用の概要については、「イーサネット ポートに関する注意」の項を参照してください。 （注） VLAN タギングを使用するには、[VLAN Transparent] チェックボックスを選択しない必要があります。 （注） デフォルトでは VLAN トランスペアレントが有効になっており、4.1.192.xxM リリースからリリース 5.2 へのソフトウェア アップグレードを円滑に実行できます。リリース 4.1.192.xxM は VLAN タギングをサポートしていません。 **デフォルト**：有効

パラメータ	説明
Security Mode	メッシュ アクセス ポイントのセキュリティ モード（Pre-Shared Key（PSK; 事前共有キー）または Extensible Authentication Protocol（EAP））を定義します。 （注） RADIUS サーバを使用する外部 MAC フィルタ認可を設定する場合、EAP を選択する必要があります。 （注） [External MAC Filter Authorization] パラメータを無効にする（チェックボックスを選択しない）と、ローカル EAP または PSK 認証はコントローラ内で実行されます。 **オプション**：PSK または EAP **デフォルト**：EAP

パラメータ	説明
External MAC Filter Authorization	

パラメータ	説明
	デフォルトでは、MAC フィルタリングは、コントローラ上のローカル MAC フィルタを使用します。 外部 MAC フィルタ認証が有効であり、MAC アドレスがローカル MAC フィルタで検出されない場合には、外部 RADIUS サーバの MAC アドレスが使用されます。 これにより、外部サーバで定義されていないメッシュ アクセス ポイントの join を防ぎ、不正なメッシュ アクセス ポイントからネットワークを保護します。 メッシュ ネットワーク内で外部認証を利用するには、次の設定が必要です。 • AAA サーバとして使用する RADIUS サーバをコントローラに設定する必要があります。 • コントローラも、RADIUS サーバで設定する必要があります。 • 外部認証および認証用に設定されたメッシュ アクセス ポイントは、RADIUS サーバのユーザ リストに追加する必要があります。 • リモート認可および認証の場合、EAP-FAST は製造元の証明書（CERT）を使用して、子メッシュ アクセス ポイントを認証します。また、この製造元証明書に基づく ID は、ユーザの確認においてメッシュ アクセス ポイントのユーザ名として機能します。 • IOS ベースのメッシュ アクセス ポイント（1130、1240）の場合、メッシュ アクセス ポイントのプラットフォーム名は、証明書内のイーサネット アドレスの前に位置します。つまり、外部 RADIUS サーバのユーザ名は、*platform_name_string*–イーサネット *MAC* アドレスであり、たとえば *c1520-001122334455* のようになります。 • RADIUS サーバに証明書をインストールして、EAP-FAST を設定する必要があります。 （注） この機能はデフォルトで有効ではなく、コントローラは MAC アドレス フィルタを使用してメッシュ アクセ

パラメータ	説明
	スポイントを許可および認証します。 **デフォルト**：無効
Force External Authorization	このパラメータが有効で、[EAP] および [External MAC Filter Authorization] パラメータも有効の場合、メッシュ アクセス ポイントの外部の許可および認証はデフォルトで外部 RADIUS サーバ（Cisco 4.1 以降など）が行います。RADIUS サーバによって、コントローラによるMACアドレスのローカル認証（デフォルト）が無効になります。 **デフォルト**：無効

ステップ 3 [Apply] をクリックします。

ステップ 4 [Save Configuration] をクリックします。

グローバル メッシュ パラメータの設定（CLI）

コントローラの CLI を使用して認証方式を含むグローバル メッシュ パラメータを設定する手順は、次のとおりです。

（注） CLI コマンドで使用されるパラメータの説明、有効範囲およびデフォルト値については、「グローバル メッシュ パラメータの設定（GUI）」の項を参照してください。

ステップ 1 ネットワークの全メッシュアクセス ポイントの最大レンジをフィート単位で指定するには、次のコマンドを入力します。

config mesh range *feet*

現在のレンジを確認するには、**show mesh range** と入力します。

ステップ 2 バックホールのすべてのトラフィックに関して IDS レポートを有効または無効にするには、次のコマンドを入力します。

config mesh ids-state {**enable** | **disable**}

ステップ 3 バックホール インターフェイスでのアクセス ポイント間のデータが共有されるレート（Mbps 単位）を指定するには、次のコマンドを入力します。

config ap bhrate {*rate* | **auto**} *Cisco_AP*

ステップ 4 メッシュ アクセス ポイントのプライマリ バックホール（802.11a）でクライアント アソシエーションを有効または無効にするには、次のコマンドを入力します。

config mesh client-access {**enable** | **disable**}

config ap wlan {**enable** | **disable**} **802.11a** *Cisco_AP*

config ap wlan {**add** | **delete**} **802.11a** *wlan_id Cisco_AP*

ステップ 5 VLAN トランスペアレントを有効または無効にするには、次のコマンドを入力します。

config mesh ethernet-bridging VLAN-transparent {**enable** | **disable**}

ステップ 6 メッシュ アクセス ポイントのセキュリティ モードを定義するには、次のいずれかのコマンドを入力します。

a) コントローラによるメッシュ アクセス ポイントのローカル認証を提供するには、次のコマンドを入力します。

config mesh security {**eap** | **psk**}

b) 認証用にコントローラ（ローカル）の代わりに外部 RADIUS サーバに MAC アドレス フィルタを格納するには、次のコマンドを入力します。

config macfilter mac-delimiter colon

config mesh security rad-mac-filter enable

config mesh radius-server *index* **enable**

c) RADIUS サーバで外部認証を提供し、コントローラでローカル MAC フィルタを定義するには、次のコマンドを入力します。

config mesh security eap

config macfilter mac-delimiter colon

config mesh security rad-mac-filter enable

config mesh radius-server *index* **enable**

config mesh security force-ext-auth enable

d) RADIUS サーバで MAC ユーザ名（c1520-123456 など）を使用し、RADIUS サーバで外部認証を提供するには、次のコマンドを入力します。

config macfilter mac-delimiter colon

config mesh security rad-mac-filter enable

config mesh radius-server *index* **enable**

config mesh security force-ext-auth enable

ステップ 7 変更を保存するには、次のコマンドを入力します。

save config

グローバル メッシュ パラメータ設定の表示（CLI）

グローバル メッシュ設定の情報を取得するには、次のコマンドを入力します。

- **show mesh client-access**：バックホール クライアント アクセスが有効な場合は、ワイヤレス バックホール radio を介したワイヤレス クライアント接続が許可されます。ワイヤレス バックホール radio は、大部分のメッシュ アクセス ポイントで 5GHz radio が使用されます。つまり、ワイヤレス バックホール radio は、バックホール トラフィックとクライアント トラフィックの両方を伝送できます。

  バックホール クライアント アクセスが無効な場合は、バックホール トラフィックのみがワイヤレスバックホールradioを介して送信され、クライアント アソシエーションは 2 番目の radio のみを介して送信されます。

```
(Cisco Controller)> show mesh client-access
Backhaul with client access status: enabled
```

- **show mesh ids-state**：バックホールの IDS レポートの状態が有効か無効かを示します。

```
(Cisco Controller)> show mesh ids-state
Outdoor Mesh IDS(Rogue/Signature Detect): .... Disabled
```

- **show mesh config**：グローバル設定を表示します。

```
(Cisco Controller)> show mesh config
Mesh Range..................................... 12000
Mesh Statistics update period.................. 3 minutes
Backhaul with client access status............. disabled
Background Scanning State...................... enabled
Backhaul Amsdu State........................... disabled

Mesh Security
Security Mode.................................. EAP
External-Auth.................................. disabled
Use MAC Filter in External AAA server......... disabled
Force External Authentication.................. disabled

Mesh Alarm Criteria
Max Hop Count.................................. 4
Recommended Max Children for MAP............... 10
Recommended Max Children for RAP............... 20
Low Link SNR................................... 12
High Link SNR.................................. 60
Max Association Number......................... 10
Association Interval........................... 60 minutes
Parent Change Numbers.......................... 3
Parent Change Interval......................... 60 minutes

Mesh Multicast Mode............................ In-Out
Mesh Full Sector DFS........................... enabled

Mesh Ethernet Bridging VLAN Transparent Mode..... enabled
```

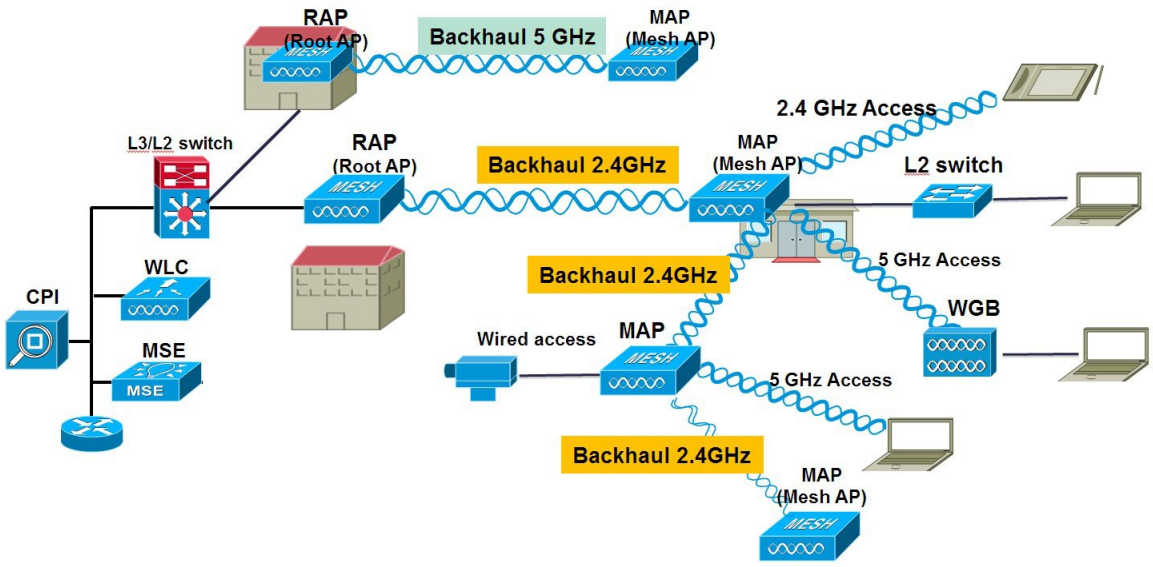
リリース 8.2 の 5 GHz および 2.4 GHz のメッシュ バックホール

リリース 8.2 以前のワイヤレス メッシュ バックホールは 5 GHz でのみサポートされていました。リリース 8.2 ではワイヤレス メッシュ バックホールは、5 GHz および 2.4 GHz でサポートされます。

特定の国では 5 GHz のバックホール ネットワークのメッシュ ネットワークを使用できません。5 GHz 帯が許可されている国でも、より大きいメッシュやブリッジの距離を達成するために 2.4 GHz 帯が優先される場合があります。

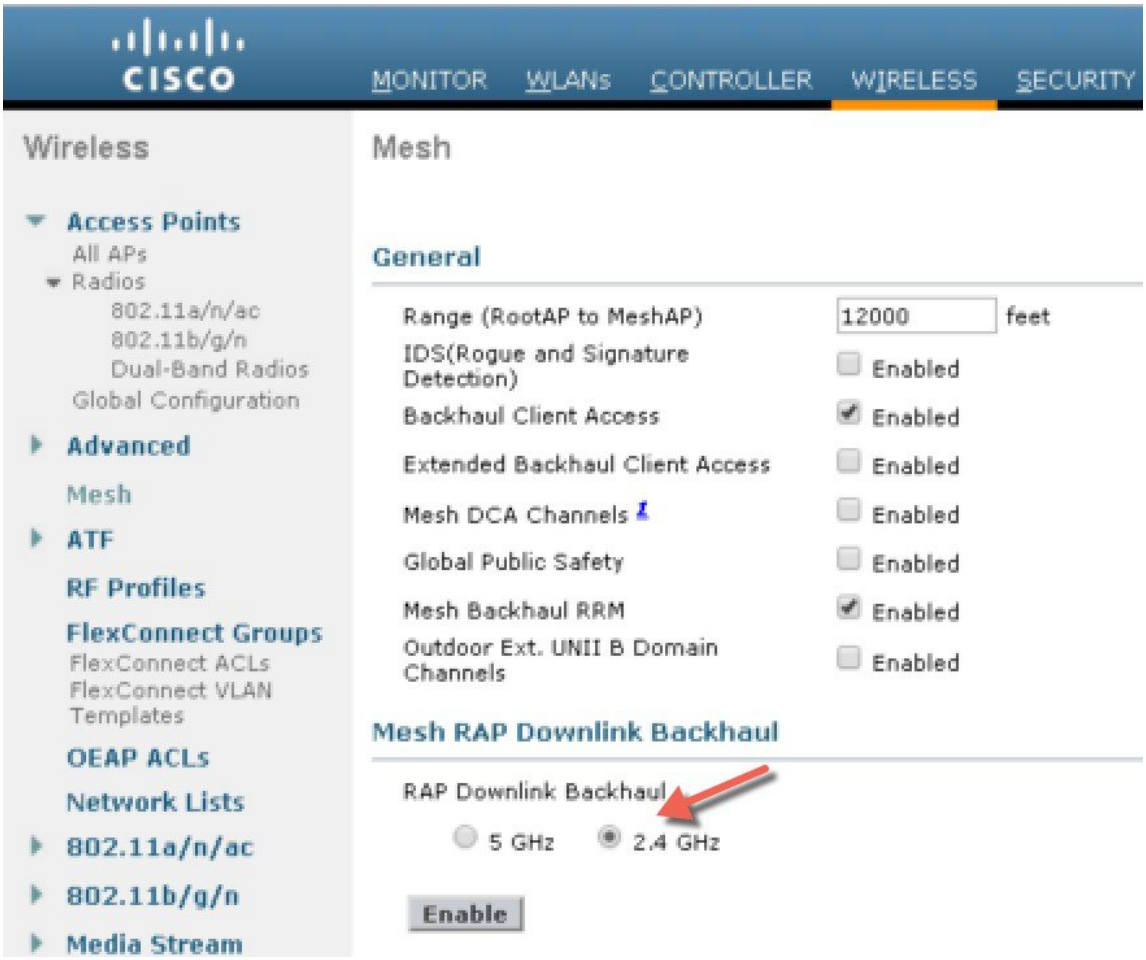
RAP が 5 GHz から 2.4 GHz へ設定を変更すると、その変更内容は RAP からすべての MAP に伝播され、5 GHz ネットワークから切り離されて 2.4 GHz 帯に再接続されます。2.4 GHz を設定する場合は、2.4 GHz のバックホールが認識されるよう、すべてのコントローラでリリース 8.2 を実行してください。

（注） RAP だけが 5 GHz または 2.4 GHz のバックホール周波数に対応します。RAP が設定されると、この周波数選択がすべての MAP に分岐して伝播します。



ステップ 1 コントローラから一回の簡単な操作でメッシュ バックホールを 2.4 GHz に設定できます。図に示すように RAP ダウンリンク バックホールを 2.4 GHz に設定して [Enable] を押します。

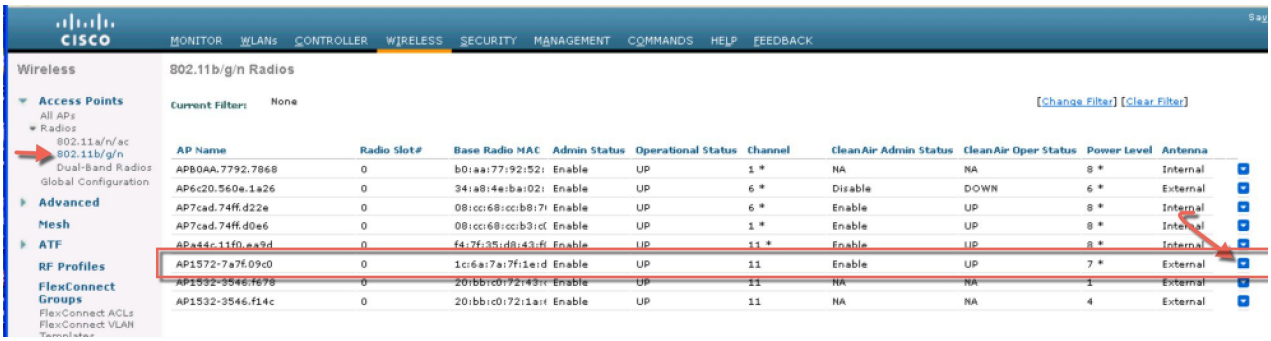
（注） 以下の例では、コントローラのグローバルの 2.4 GHz を示します。グローバル コンフィギュレーションでこれを行うと、すべてのメッシュ RAP に適用されます。チャネルのプロビジョニングは、個別の RAP でも行えます。この場合、チャネルのプロビジョニングは、親と子の特定の RAP 分岐に限り適用されます。



CLI から「show mesh ap tree」と「show mesh backhaul <ap-name>」を発行してバックホール接続を表示できます。

```
(5520-MA1) >show mesh ap tree

 ========================================================
||   AP Name [Hop Counter, Link SNR, Bridge Group Name]  ||
 ========================================================

[Sector 1]
----------
AP1572-7a7f.09c0[0,0,tme]
  |-AP1532-3546.f14c[1,37,tme]
  |-AP1532-3546.f678[1,28,tme]

-------------------------------------------------------
Number of Mesh APs.............................. 3
Number of RAPs.................................. 1
Number of MAPs.................................. 2
-------------------------------------------------------

(5520-MA1) >show mesh backhaul ?

<Cisco AP>     Enter the name of the Cisco AP.

(5520-MA1) >show mesh backhaul AP1532-3546.f14c

Current Backhaul Slot(s)........................ 1

Basic Attributes for Slot  1
    Radio Type.................................. RADIO_TYPE_80211n-5
    Radio Subband............................... RADIO_SUBBAND_ALL
    Radio Role.................................. UPDOWNLINK ACCESS
    Administrative State ....................... ADMIN_ENABLED
    Operation State ............................ UP
      Current Tx Power Level ................... 1
      Current Channel .......................... 149
      Antenna Type.............................. EXTERNAL_ANTENNA
      External Antenna Gain (in .5 dBm units).... 0

(5520-MA1) >
```

ステップ 2 RAP でチャネルを 2.4 GHz に変更し、チャネルを自ら選択する必要があります。ここでの変更内容はすべての MAP と、RAP の分岐の「子」に伝播されます。



チャネルがカスタム オプションで選択された後、そのチャネルは RAP バックホールに使用されます。

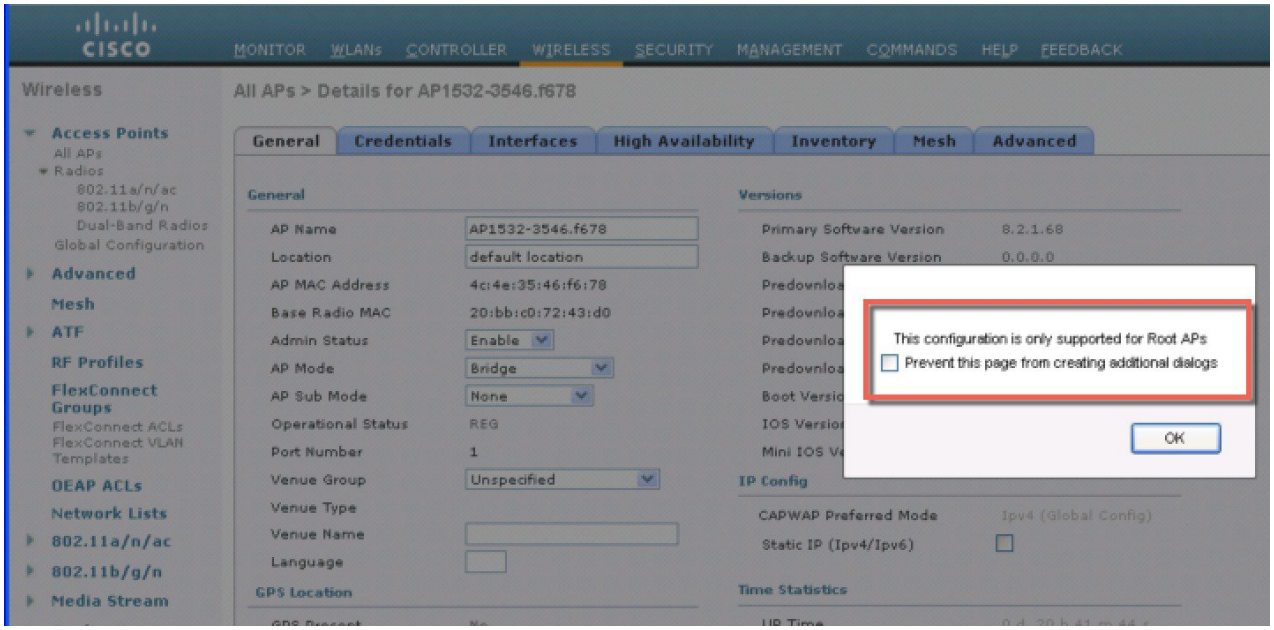
（注） RAP は同じ RF ドメインの他の RAP と共に RRM プロセスに参加できますが、MAP は RAP からの同じチャネルだけを継承して固定されます。

次の例に示すように、RAP でチャネルを変更した後は、MAP のチャネルが 2.4 GHz 帯の CH11 に 変更されています。

MAP の CLI コマンドの例：show mesh backhaul <ap-name>

```
(5520-MA1) >show mesh backhaul AP1572-7a7f.09c0

Current Backhaul Slot(s)..................... 0

Basic Attributes for Slot  0
    Radio Type.............................. RADIO_TYPE_80211n-2.4
    Radio Role.............................. DOWNLINK ACCESS
    Administrative State ................... ADMIN_ENABLED
    Operation State ........................ UP
      Current Tx Power Level ............... 7
      Current Channel ...................... 11
      Antenna Type.......................... EXTERNAL_ANTENNA
      External Antenna Gain (in .5 dBm units).... 0
```

たとえばMAPのバックホール チャネルを変更しようとすると、この機能はMAPでサポートされていないため、エラー メッセージが表示されます。MAP および「MAP の子」はアップストリームの親 RAP からチャネルが割り当てられます。MAP からのエラー メッセージの例を示します。



バックホール クライアント アクセス

バックホール クライアント アクセスが有効な場合は、ワイヤレス バックホール radio を介したワイヤレス クライアント接続が許可されます。ワイヤレス バックホール radio では 5 GHz 帯が使用されます。つまり、ワイヤレス バックホール radio は、バックホール トラフィックとクライアント トラフィックの両方を伝送できます。

バックホール クライアント アクセスが無効な場合は、バックホール トラフィックのみがワイヤレス バックホール radio を介して送信され、クライアント接続は 2 番目の radio のみを介して送信されます。

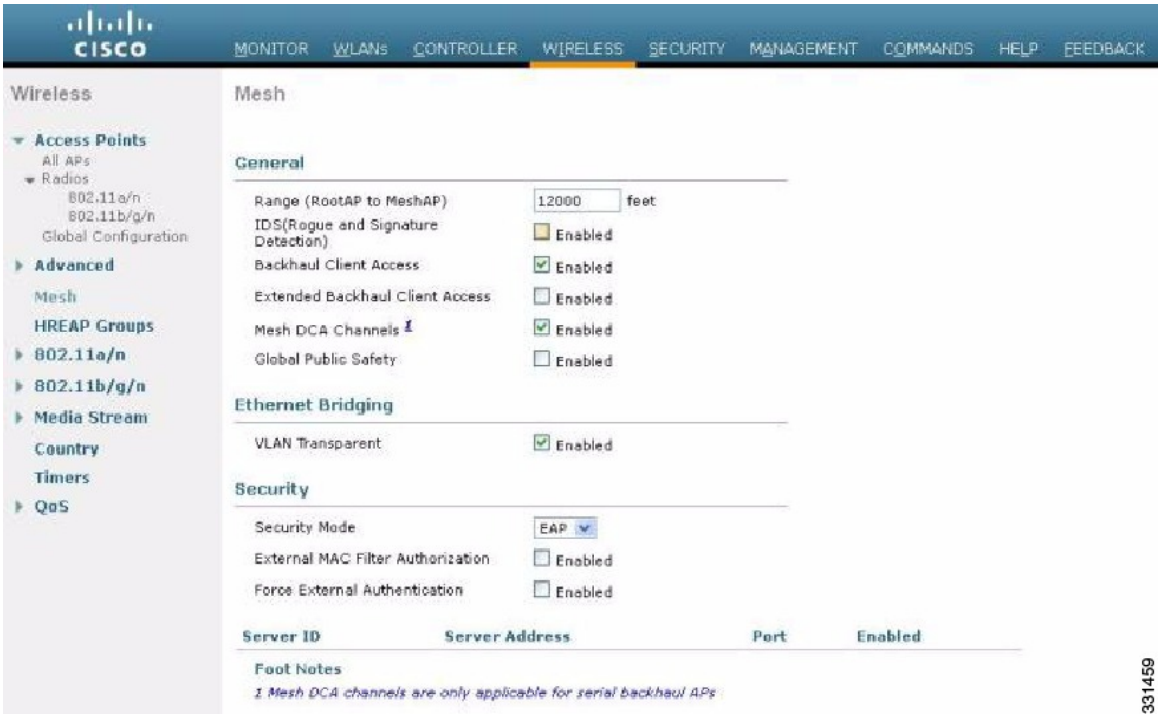
（注） バックホール クライアント アクセスはデフォルトで無効です。この機能を有効にすると、デイジーチェーン導入のスレーブ AP と子 AP を除くすべてのメッシュ アクセス ポイントは再起動します。

この機能は、2 つの radio を使用するメッシュ アクセス ポイント（1552、1532、1540、1560、1572、およびブリッジ モードの屋内 AP）に適用されます。

バックホール クライアント アクセスの設定（GUI）

この図は、GUI を使用してバックホール クライアント アクセスを有効にする方法を示しています。バックホール クライアント アクセスを有効にすると、AP をリブートするよう求められます。

図 *32 : GUI* を使用したバックホール クライアント アクセスの設定



次のタスク

Flex+Bridge 導入で、バックホール クライアント アクセスをグローバルで有効にした後に 5 GHz 無線ビーコンを想定どおりに送信するためには、Flex+Bridge モードで動作するルート AP の [Install mapping on radio backhaul] オプションを有効にする必要があります。

[Install mapping on radio backhaul] オプション有効化の詳細については、以下の「Configuring Flex+Bridge Mode (GUI)」の項を参照してください。

https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/8-8/config-guide/b_cg88/flexconnect.html#config-flex-bridge-gui

バックホール クライアント アクセスの設定（CLI）

次のコマンドを使用して、バックホール クライアント アクセスを有効にします。

```
(Cisco Controller)> config mesh client-access enable
```

次のメッセージが表示されます。

```
All Mesh APs will be rebooted
Are you sure you want to start? (y/N)
```

次のタスク

Flex+Bridge導入で、バックホール クライアント アクセスをグローバルで有効にした後に5 GHz無線ビーコンを想定どおりに送信するためには、Flex+Bridge モードで動作するルート AP の [Install mapping on radio backhaul] オプションを有効にする必要があります。

[Install mapping on radio backhaul] オプション有効化の詳細については、以下の「Configuring Flex+Bridge Mode (CLI)」の項を参照してください。

https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/8-8/config-guide/b_cg88/flexconnect.html#config-flex-bridge-cli

ローカル メッシュ パラメータの設定

グローバル メッシュ パラメータを設定したら、ネットワークで次のような特定の機能を使っている場合次のローカル メッシュ パラメータを設定する必要があります。

- バックホール データ レート。「ワイヤレス バックホールのデータ レートの設定」の項を参照してください。
- イーサネットブリッジング。イーサネットブリッジングの設定の項を参照してください。
- ブリッジ グループ名。「イーサネット ブリッジングの設定」の項を参照してください。
- ワークグループブリッジ。「ワークグループブリッジの設定」の項を参照してください。
- 出力およびチャネル設定。
- アンテナ利得設定。「アンテナ利得の設定」の項を参照してください。
- 動的チャネル割り当て。

ワイヤレス バックホールのデータ レートの設定

バックホールは、アクセス ポイント間でワイヤレス接続のみを構築するために使用されます。バックホール インターフェイスは、アクセス ポイントによって、802.11a/n/ac レートが異なります。利用可能なRF スペクトラムを効果的に使用するにはレート選択が重要です。また、レートはクライアントデバイスのスループットにも影響を与えることがあり、スループットはベンダー デバイスを評価するために業界出版物で使用される重要なメトリックです。

Dynamic Rate Adaptation（DRA）には、パケット伝送のために最適な伝送レートを評価するプロセスが含まれます。レートを正しく選択することが重要です。レートが高すぎると、パケット伝送が失敗し、通信障害が発生します。レートが低すぎると、利用可能なチャネル帯域幅が使用されず、品質が低下し、深刻なネットワーク輻輳および障害が発生する可能性があります。

データ レートは、RF カバレッジとネットワーク パフォーマンスにも影響を与えます。低データ レート（6 Mbps など）が、高データ レート（1300 Mbps など）よりもアクセス ポイントからの距離を伸ばします。結果として、データ レートはセル カバレッジと必要なアクセス ポイントの数に影響を与えます。異なるデータ レートは、ワイヤレス リンクで冗長度の高い信号を送信することにより（これにより、データをノイズから簡単に復元できます）、実現されます。1 Mbps のデータ レートでパケットに対して送信されるシンボル数は、11 Mbps で同じパケットに使用されたシンボル数より多くなります。したがって、低ビット レートでのデータの送信には、高ビット レートでの同じデータの送信よりも時間がかり、スループットが低下します。

コントローラ リリース 5.2 では、メッシュ 5 GHz バックホールのデフォルト データ レートは 24 Mbps です。これは、6.0 および 7.0 コントローラ リリースでも同じです。

6.0 コントローラ リリースでは、メッシュ バックホールに「Auto」データ レートを設定できます。設定後に、アクセス ポイントは、最も高いレートを選択します（次に高いレートは、すべてのレートに影響を与えることはありませんが、最も高いレートには適切でないため、使用できません）。つまり、設定後は、各リンクが、そのリンク品質に最適なレートに自動的に設定されます。

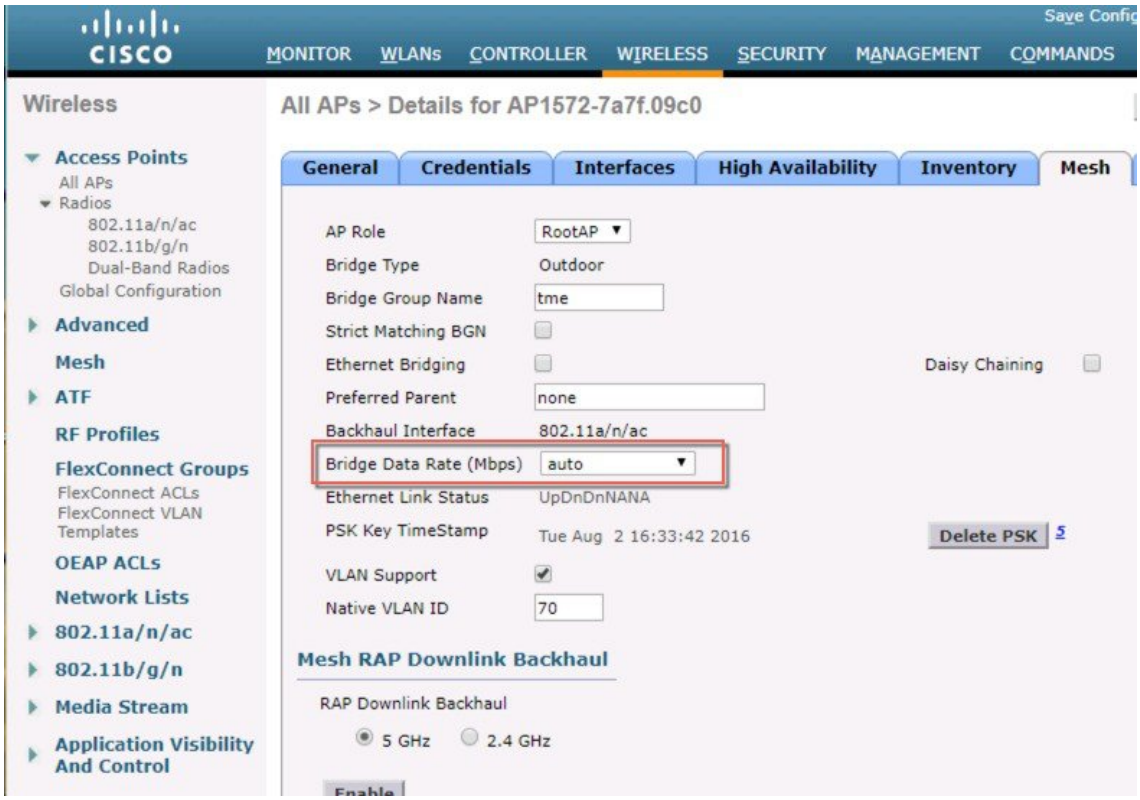
メッシュ バックホールを「Auto」に設定することをお勧めします。

たとえば、メッシュ バックホールが 48 Mbps を選択した場合、この決定は、誰かが電子レンジを使用したためではなく（これによりすべてのレートが影響を受けます）、54 Mbps に対して十分な SNR がないため、54 Mbps を使用できないことが確認された後に行われます。

低ビット レートでは、MAP 間の距離を長くすることが可能になりますが、WLAN クライアント カバレッジにギャップが生じる可能性が高く、バックホール ネットワークのキャパシティが低下します。バックホール ネットワークのビット レートを増加させる場合は、より多くの MAP が必要となるか、MAP 間の SNR が低下し、メッシュの信頼性と相互接続性が制限されます。

この図では、RAP が「Auto」バックホール データ レートを使用しており、子 MAP との間では 54 Mbps を使用していることを示しています。

図 *33 :* 自動設定されたブリッジ レート



（注） データ レートは、AP ごとにバックホールで設定できます。これはグローバル コマンドではありません。

関連コマンド

以下のコマンドを使用してバックホールに関する情報を取得します。

- **config ap bhrate**：Cisco ブリッジ バックホール送信レートを設定します。

  構文は次のようになります。

```
(controller) > config ap bhrate backhaul-rate ap-name
```

（注） 各 AP に対して設定済みのデータ レート（RAP=18 Mbps、MAP1=36 Mbps）は、6.0 以降のソフトウェア リリースへのアップグレード後も保持されます。6.0 リリースにアップグレードする前に、データ レートに設定されるバックホールデータ レートがある場合は、その設定が保持されます。

次の例は、RAP でバックホール レートを 36000 Kbps に設定する方法を示しています。

```
(controller) > config ap bhrate 36000 HPRAP1
```

- **show ap bhrate**：Cisco ブリッジ バックホール レートを表示します。

  構文は次のようになります。

  ```
  (controller) > show ap bhrate ap-name
  ```

- **show mesh neigh summary**：バックホールで現在使用されているレートを含むリンク レート概要を表示します。

  例：

  ```
  (controller) > show mesh neigh summary HPRAP1

  AP Name/Radio    Channel     Rate     Link-Snr     Flags       State
  --------------- --------   --------   -------     -----       -----
  00:0B:85:5C:B9:20 0          auto        4       0x10e8fcb8   BEACON
  00:0B:85:5F:FF:60 0          auto        4       0x10e8fcb8   BEACON DEFAULT
  00:0B:85:62:1E:00 165        auto        4       0x10e8fcb8   BEACON
  OO:0B:85:70:8C:A0 0          auto        1       0x10e8fcb8   BEACON
  HPMAP1           165         54          40      0x36         CHILD BEACON
  HJMAP2           0          auto         4       0x10e8fcb8   BEACON
  ```

バックホールのキャパシティとスループットは AP のタイプ（つまり、802.11a/n であるかや、802.11a のみであるかや、バックホール radio の数など）によって異なります。

イーサネット ブリッジングの設定

セキュリティ上の理由により、デフォルトではすべての MAP でイーサネット ポートが無効になっています。有効にするには、ルートおよび各 MAP でイーサネット ブリッジングを設定します。

（注） イーサネットブリッジングが無効な場合であっても、いくつかのプロトコルで例外が許可されます。たとえば、次のプロトコルが許可されます。

- スパニング ツリー プロトコル（STP）
- アドレス解決プロトコル（ARP）
- Control and Provisioning of Wireless Access Points（CAPWAP）
- ブートストラップ プロトコル（BOOTP）パケット

レイヤ2のループの発生を防止するために、接続されているすべてのスイッチ ポート上でスパニング ツリー プロトコル（STP）を有効にします。

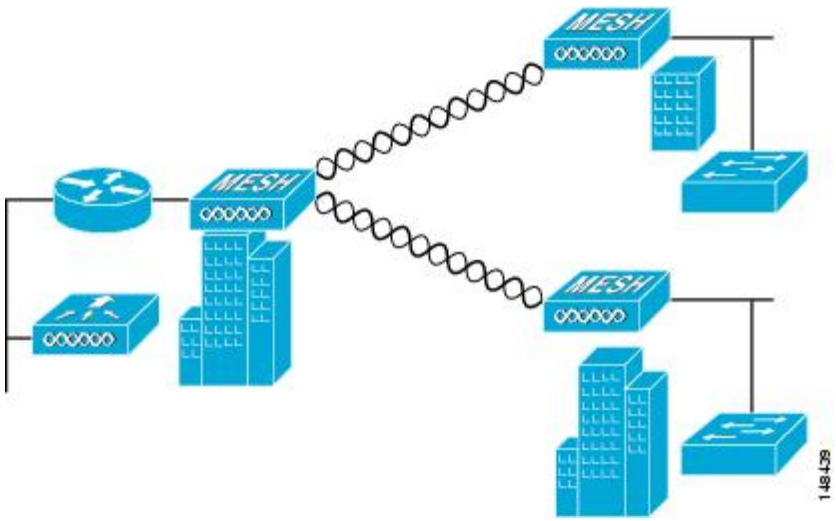
イーサネット ブリッジングは、次の 2 つの場合に有効にする必要があります。

1. メッシュ ノードをブリッジとして使用する場合（図 34 : ポイントツーマルチポイント ブリッジング （138 ページ） を参照）。

（注） ポイントツーポイントおよびポイントツーマルチポイント ブリッジング導入でイーサネット ブリッジングを使用するのに、VLAN タギングを設定する必要はありません。

2. MAP でイーサネット ポートを使用して任意のイーサネット デバイス（ビデオ カメラなど）を接続する場合。VLAN タギングを有効にするときの最初の手順です。

図 *34* : ポイントツーマルチポイント ブリッジング



イーサネット ブリッジングの有効化（GUI）

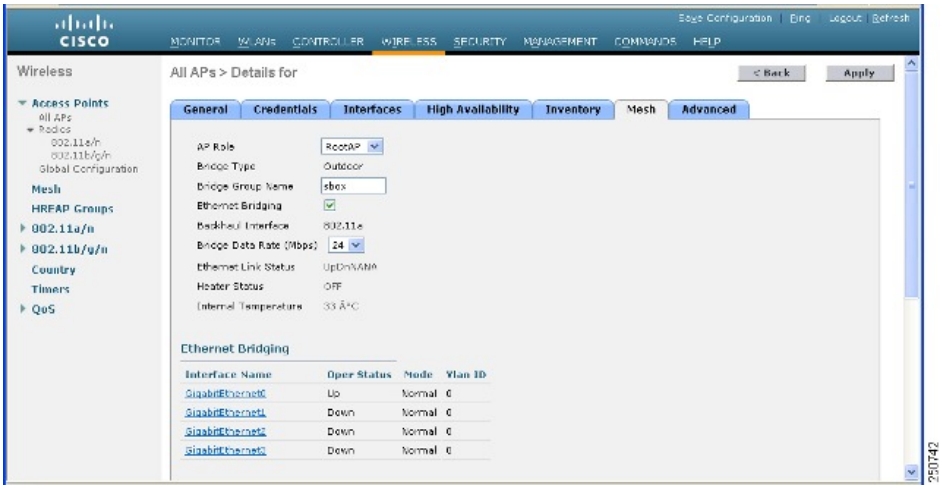
GUI を使用して RAP または MAP でイーサネット ブリッジングを有効にする手順は、次のとおりです。

ステップ 1 [Wireless] > [All APs] を選択します。

ステップ 2 イーサネット ブリッジングを有効にするメッシュ アクセス ポイントの AP 名のリンクをクリックします。

ステップ 3 詳細ページで、[Mesh] タブを選択します（図 35 : [All APs > Details for]（[Mesh]）ページ （139 ページ）を参照してください）。

図 *35 : [All APs > Details for]（[Mesh]）ページ*



ステップ 4 [AP Role] ドロップダウン リストから [RootAP] または [MeshAP] を選択します（すでに選択されていない場合）。

ステップ 5 イーサネット ブリッジングを有効にする場合は、[Ethernet Bridging] チェックボックスを選択します。この機能を無効にする場合は、このチェックボックスを選択しません。

ステップ 6 [Apply] をクリックして、変更を確定します。ページの最下部の [Ethernet Bridging] セクションに、メッシュ アクセス ポイントの各イーサネット ポートが一覧表示されます。

ステップ 7 該当するメッシュ AP からコントローラへのパスになる各親メッシュ AP に対してイーサネット ブリッジングを有効にします。たとえば、Hop 2 の MAP2 でイーサネット ブリッジングを有効にする場合は、MAP1（親 MAP）と、コントローラに接続している RAP でもイーサネット ブリッジングを有効にする必要があります。

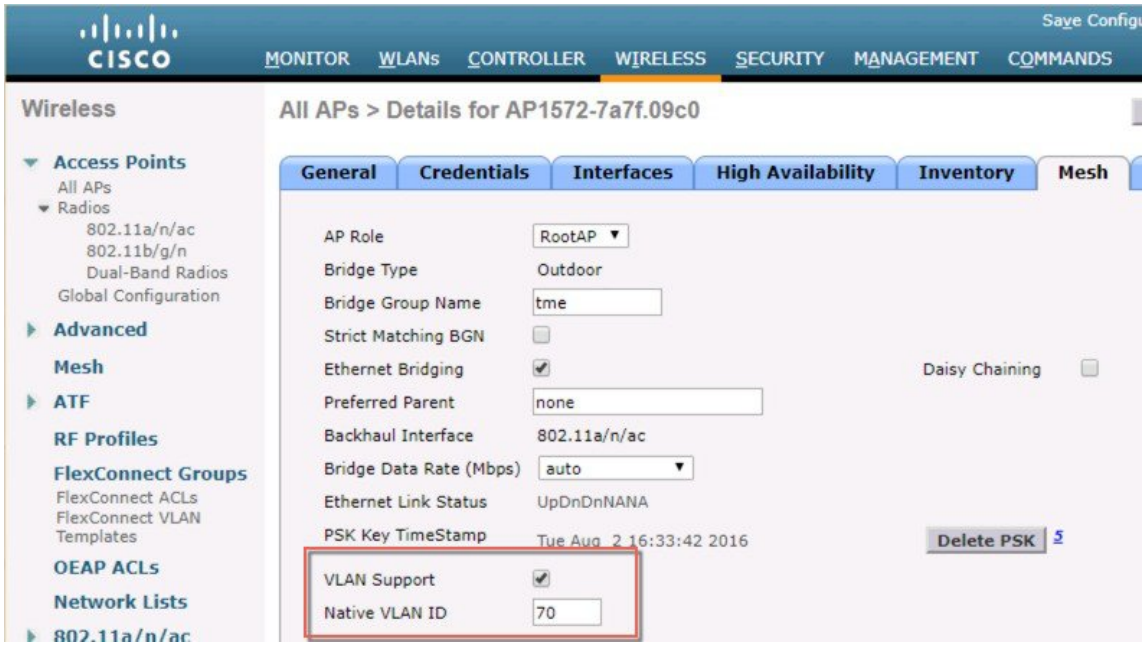
ネイティブ VLAN の設定（GUI）

（注） 8.0 以前は、有線バックホールのネイティブ VLAN は VLAN 1 に設定されていました。8.0 リリース以降では、ネイティブ VLAN を設定できます。

ステップ 1 [Wireless] > [All APs] を選択します。

ステップ 2 ネイティブ VLAN を設定したいメッシュ アクセス ポイントを選択します。

ステップ 3 AP の [VLAN Support] チェックボックスを選択します。



ステップ 4 ネイティブ VLAN を割り当てます。

（注） このネイティブ VLAN が、接続されたスイッチのスイッチ ポートに設定されたネイティブ VLAN と一致する必要があります。

ステップ 5 [Apply] をクリックして、変更を確定します。

ネイティブ VLAN の設定（CLI）

（注） 8.0 以前は、有線バックホールのネイティブ VLAN は VLAN 1 に設定されていました。8.0 リリース以降では、ネイティブ VLAN を設定できます。

1. コマンド **config ap vlan-trunking native** ***vlan-id ap-name*** を使用して有線バックホール ポートにネイティブ VLAN を設定します。

   これにより、アクセス ポイントにネイティブ VLAN 設定が適用されます。

ブリッジ グループ名の設定

ブリッジグループ名（BGN）は、メッシュアクセスポイントの接続を制御します。BGNを使用して無線を論理的にグループ分けしておくと、同じチャネルにある2つのネットワークが相互に通信することを防止できます。この設定はまた、同一セクター（領域）のネットワーク内に複数の RAP がある場合にも便利です。BGN は最大 10 文字までの文字列です。

NULL VALUE という BGN は、製造時にデフォルトで設定されています。装置自体にブリッジグループ名は表示されていませんが、このグループ名を使用することで、ネットワーク固有の BGN を割り当てる前に、メッシュ アクセス ポイントをネットワークに参加させることができます。

同一セクターのネットワーク内に（より大きなキャパシティを得るために）RAPが2つある場合は、別々のチャネルで 2 つの RAP に同じ BGN を設定することをお勧めします。

ブリッジ グループ名の設定（CLI）

ステップ 1 ブリッジ グループ名（BGN）を設定するには、次のコマンドを入力します。

config ap bridgegroupname set *group-name ap-name*

（注） BGN の設定後に、メッシュ アクセス ポイントはリブートします。

注意 稼働中のネットワークで BGN を設定する場合は、注意してください。BGN の割り当ては、必ずRAPから最も遠い距離にあるノード（メッシュツリーの一番下にある終端ノード）から開始し、RAP に向かって設定して、同じネットワーク内に混在する BGN（古い BGN と新しい BGN）のため、メッシュ アクセス ポイントがドロップしないようにします。

ステップ 2 BGN を確認するには、次のコマンドを入力します。

show ap config general *ap-name*

ブリッジ グループ名の確認（GUI）

ステップ 1 [Wireless] > [Access Points] > [AP Name] をクリックします。選択したメッシュ アクセス ポイントの詳細ページが表示されます。

ステップ 2 [Mesh] タブをクリックします。BGN を含むメッシュ アクセス ポイントの詳細が表示されます

出力およびチャネルの設定

バックホール チャネル（802.11a/n）は、RAP 上で設定できます。MAP は、RAP チャネルに合わせます。ローカル アクセスは、MAP とは無関係に設定できます。

出力およびチャネルの設定（GUI）

ステップ 1 [Wireless] > [Access Points] > [802.11a/n] を選択します。

（注） radio スロットは各 radio に対して表示されます。

ステップ 2 802.11 a/n radio の [Antenna] ドロップダウン リストで、[Configure] を選択します。[Configure] ページが表示されます。

ステップ 3 radio のチャネルを割り当てます（グローバルおよびカスタムの割り当て方式）。

ステップ 4 radio の Tx Power Level を割り当てます。

AP1500 の 802.11a バックホールでは、選択可能な 5 つの出力レベルがあります。

（注） バックホールのデフォルトの送信出力レベルは最大出力レベル（レベル 1）です。

ステップ 5 出力およびチャネルの割り当てが完了したら、[Apply] をクリックします。

ステップ 6 [802.11a/n Radios] ページで、チャネルの割り当てが正しく行われたことを確認します。

アンテナ利得の設定

コントローラの GUI または CLI を使用して、取り付けられているアンテナのアンテナ利得と一致するように、メッシュ アクセス ポイントのアンテナ利得を設定する必要があります。

アンテナ利得の設定（GUI）

コントローラの GUI を使用してアンテナ パラメータを設定する手順は、次のとおりです。

ステップ 1 [Wireless] > [Access Points] > [Radio] > [802.11a/n] の順に選択して、[802.11a/n Radios] ページを開きます。

ステップ 2 設定するメッシュ アクセス ポイントのアンテナについて、一番右の青色の矢印にマウスを移動してアンテナのオプションを表示します。[Configure] を選択します。

（注） 外部アンテナだけに設定可能な利得設定があります。

ステップ 3 [Antenna Parameters] セクションで、アンテナ利得を入力します。

利得は 0.5 dBm 単位で入力します。たとえば、2.5 dBm = 5 です。

（注） 入力する利得値は、アンテナのベンダーが指定した値と同じにする必要があります。

ステップ 4 [Apply] および [Save Configuration] をクリックして、変更を保存します。

アンテナ利得の設定（CLI）

コントローラの CLI を使用して 802.11a バックホール radio のアンテナ利得を設定するには、次のコマンドを入力します。

config 802.11a antenna extAntGain *antenna_gain AP_name*

ここで、利得は 0.5 dBm 単位で入力します（たとえば、2.5 dBm の場合は 5 になります）。

動的チャネル割り当ての設定

RRM スキャンに使用されるチャネルを選択する際に、次の手順でコントローラの GUI を使用することで、動的チャネル割り当て（DCA）アルゴリズムが使用するチャネルを指定できます。この機能は、クライアントが古いデバイスであるため、またはクライアントに特定の規制当局による制約があるために、クライアントで特定のチャネルがサポートされないことがわかっている場合に役立ちます。

ここで説明する手順は、メッシュ ネットワークのみに関係します。

ステップ 1 802.11a/n または 802.11b/g/n ネットワークを無効にする手順は、次のとおりです。

a) [Wireless] > [802.11a/n] または [802.11b/g/n] > [Network] の順に選択して、[802.11a（または 802.11b/g）Global Parameters] ページを開きます。

b) [802.11a（または 802.11b/g）Network Status] チェックボックスを選択しません。

c) [Apply] をクリックして、変更を確定します。

ステップ 2 [Wireless] > [802.11a/n] または [802.11b/g/n] > [RRM] > [DCA] の順に選択して、[802.11a（または 802.11b/g）> RRM > Dynamic Channel Assignment (DCA)] ページを開きます。

ステップ 3 [Channel Assignment Method] ドロップダウン リストから次のオプションのいずれかを選択して、コントローラの DCA モードを指定します。

- [Automatic]：コントローラは join しているすべてのメッシュ アクセス ポイントのチャネル割り当てを定期的に評価し、必要に応じて更新するようにします。これはデフォルト値です。
- [Freeze]：[Invoke Channel Update Once] をクリックしたときに限り、join しているすべてのメッシュ アクセス ポイントのチャネル割り当てを必要に応じてコントローラが評価して更新します。

（注） [Invoke Channel Update Once] をクリックしても、すぐにチャネル割り当ての評価と更新が行われるわけではありません。次の間隔が経過するまで待機します。

- [OFF]：DCA をオフにし、すべてのメッシュ アクセス ポイント radio をデフォルトで周波数帯の最初のチャネルに設定します。このオプションを選択する場合は、すべての radio のチャネルを手動で割り当てる必要があります。

ステップ 4 [Interval] ドロップダウン リストで、[10 minutes]、[1 hour]、[2 hours]、[3 hours]、[4 hours]、[6 hours]、[8 hours]、[12 hours]、または [24 hours] のいずれかのオプションを選択し、DCA アルゴリズムを実行する間隔を指定します。デフォルト値は 10 分です。

ステップ 5 [AnchorTime] ドロップダウン リストで、DCA アルゴリズムの開始時刻を指定する数値を選択します。オプションは、0 ～ 23 の数値（両端の値を含む）で、午前 12 時～午後 11 時の時刻を表します。

ステップ 6 [Avoid Foreign AP Interference] チェックボックスを選択すると、コントローラの RRM アルゴリズムによって、Lightweight アクセス ポイントにチャネルを割り当てるときに、外部アクセス ポイント（ワイヤレス ネットワークに含まれないアクセス ポイント）からの 802.11 トラフィックが考慮されます。この機能を無効にする場合は、このチェックボックスを選択しません。たとえば RRM では、外部アクセス ポイントに近いチャネルをアクセス ポイントが回避するようにチャネル割り当てを調整できます。デフォルト値はオンです。

ステップ 7 [Avoid Cisco AP Load] チェックボックスを選択すると、コントローラの RRM アルゴリズムによって、チャネルを割り当てるときに、ワイヤレス ネットワーク内の Cisco Lightweight アクセス ポイントからの 802.11 トラフィックが考慮されます。この機能を無効にする場合は、このチェックボックスを選択しません。たとえば RRM では、トラフィックの負荷が高いアクセス ポイントに適切な再利用パターンを割り当てることができます。デフォルト値はオフです。

ステップ 8 [Avoid Non-802.11a (802.11b) Noise] チェックボックスを選択すると、コントローラの RRM アルゴリズムによって、Lightweight アクセス ポイントにチャネルを割り当てるときに、チャネルのノイズ（802.11 以外のトラフィック）が考慮されます。この機能を無効にする場合は、このチェックボックスを選択しません。たとえば RRM では、電子レンジなど、アクセス ポイント以外を原因とする重大な干渉があるチャネルをアクセス ポイントに回避させることができます。デフォルト値はオンです。

ステップ 9 [DCA Channel Sensitivity] ドロップダウン リストから、次のオプションのいずれかを選択して、チャネル変更の判断材料となる環境要因（信号、負荷、ノイズ、干渉など）に対する DCA アルゴリズムの感度を指定します。

- [Low]：環境の変化に対する DCA アルゴリズムの感度は特に高くありません。
- [Medium]：環境の変化に対する DCA アルゴリズムの感度は中程度です。
- [High]：環境の変化に対する DCA アルゴリズムの感度が高くなります。

デフォルト値は [Medium] です。

表 10 : DCA の感度のしきい値

オプション	2.4 GHz DCA 感度しきい値	5 GHz DCA 感度しきい値
High	5 dB	5 dB
Medium	15 dB	20 dB
Low	30 dB	35 dB

ステップ 10 802.11a/n ネットワークの場合のみ、次のいずれかの [Channel Width] オプションを選択し、5 GHz 帯の 802.11n/a/ac すべてがサポートするチャネル幅を指定します。

- [20 MHz]：20 MHz のチャネル帯域幅（デフォルト）

（注） グローバルに設定された DCA チャネル幅設定を上書きするには、[802.11a/n Cisco APs] > [Configure] ページでアクセス ポイントの radio を 20 MHz モードに設定します。アクセス ポイント radio で静的 RF チャネルの割り当て方法を [Global] に変更すると、グローバルな DCA 設定によりアクセス ポイントが使用していたチャネル幅設定が上書きされます。

このページには、次のような変更できないチャネル パラメータの設定も表示されます。

- [Channel Assignment Leader]：チャネル割り当てを行う RF グループ リーダーの MAC アドレス。
- [Last Auto Channel Assignment]：RRM が現在のチャネル割り当てを最後に評価した時間。

ステップ 11 [DCA Channel List] の [DCA Channels] フィールドには、現在選択されているチャネルが表示されます。チャネルを選択するには、[Select] コラムでそのチャネルのチェックボックスを選択します。チャネルを除外するには、チャネルのチェックボックスを選択しません。

範囲：802.11a：36、40、44、48、52、56、60、64、100、104、108、112、116、132、136、140、149、153、157、161、165、190、196、802.11b/g：1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11

デフォルト：802.11a：36、40、44、48、52、56、60、64、100、104、108、112、116、132、136、140、149、153、157、161、802.11b/g：1、6、11

（注） 802.11a 帯の拡張 UNII-2 チャネル（100、104、108、112、116、132、136、および 140）は、チャネル リストには表示されません。-E 規制区域に Cisco Aironet 1500 シリーズ メッシュ アクセス ポイントがある場合は、運用を開始する前に、DCA チャネル リストにこれらのチャネルを含める必要があります。以前のリリースからアップグレードしている場合は、これらのチャネルが DCA チャネル リストに含まれていることを確認します。チャネル リストにこれらのチャネルを含めるには、[Extended UNII-2 Channels] チェックボックスを選択します。

ステップ 12 ネットワークで AP1500 を使用している場合は、4.9 GHz チャネルが動作する 802.11a 帯で 4.9 GHz チャネルを設定する必要があります。4.9 GHz 帯域は、Public Safety に関わるクライアント アクセス トラフィック専用です。4.9 GHz チャネルを選択するには、[Select] コラムでチェックボックスを選択します。チャネルを除外するには、チャネルのチェックボックスを選択しません。

範囲：802.11a：1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26

デフォルト：802.11a：20、26

ステップ 13 [Apply] をクリックして、変更を確定します。

ステップ 14 802.11a または 802.11b/g ネットワークを再び有効にする手順は、次のとおりです。

a) [Wireless] > [802.11a/n] または [802.11b/g/n] > [Network] の順にクリックして、[802.11a（または 802.11b/g）Global Parameters] ページを開きます。
b) [802.11a（または 802.11b/g）Network Status] チェックボックスを選択します。
c) [Apply] をクリックして、変更を確定します。

ステップ 15 [Save Configuration] をクリックして、変更を保存します。

（注） DCA アルゴリズムによってチャネルが変更された理由を確認するには、[Monitor] をクリックし、次に [Most Recent Traps] の下にある [View All] をクリックします。トラップにより、チャネルが変更された radio の MAC アドレス、前のチャネルと新しいチャネル、変更された理由、変更前後のエネルギー、変更前後のノイズ、変更前後の干渉が示されます。5 GHz radio の動的チャネル割り当てはローカルまたは FlexConnect モードの屋外アクセス ポイントでのみサポートされます。

ブリッジ モードのアクセス ポイントでの RRM の設定

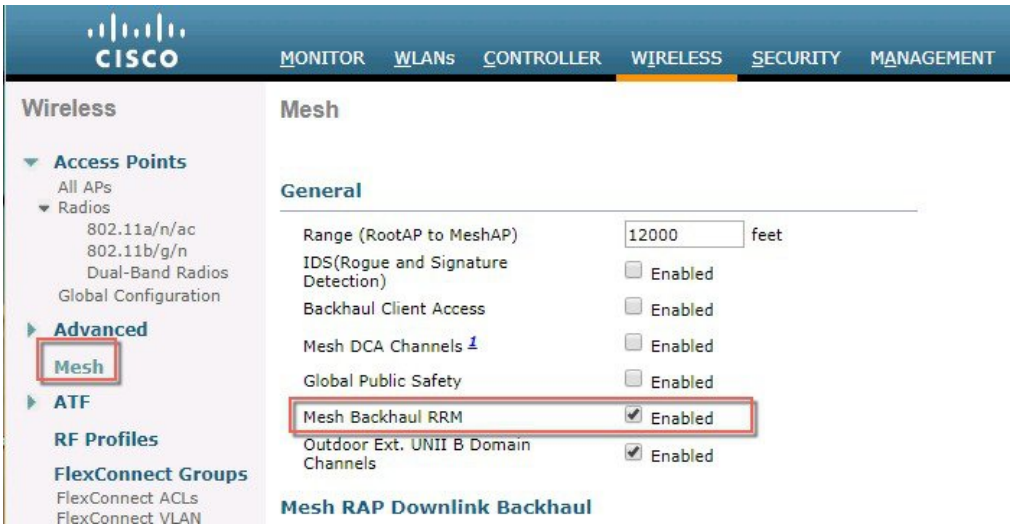
Radio Resource Management（RRM）は、次の場合に、ブリッジ モード アクセス ポイントのバックホール radio で有効にできます。

- AP がルート AP（RAP）
- RAP に WLC への有線イーサネット リンクがある
- RAP に接続された子メッシュ AP がない

これらの条件が満たされている場合、完全な RRM が確立されます。この中には、伝送出力制御（TPC）、動的チャネル割り当て（DCA）、カバレッジ ホールの検出と緩和（CHDM）が含まれます。メッシュ AP が RRM に参加する RAP に再度接続する必要がある場合、RAP は、すべての RRM 機能をただちに停止します。

次のコマンドは、RRM を有効にします。

- **config mesh backhaul rrm** ***<enable|disable>***：メッシュ バックホール radio の RRM を有効にします。
- **Config mesh backhaul rrm** ***<auto-rf global|off>***：動的チャネル割り当てのみを有効/無効にします。



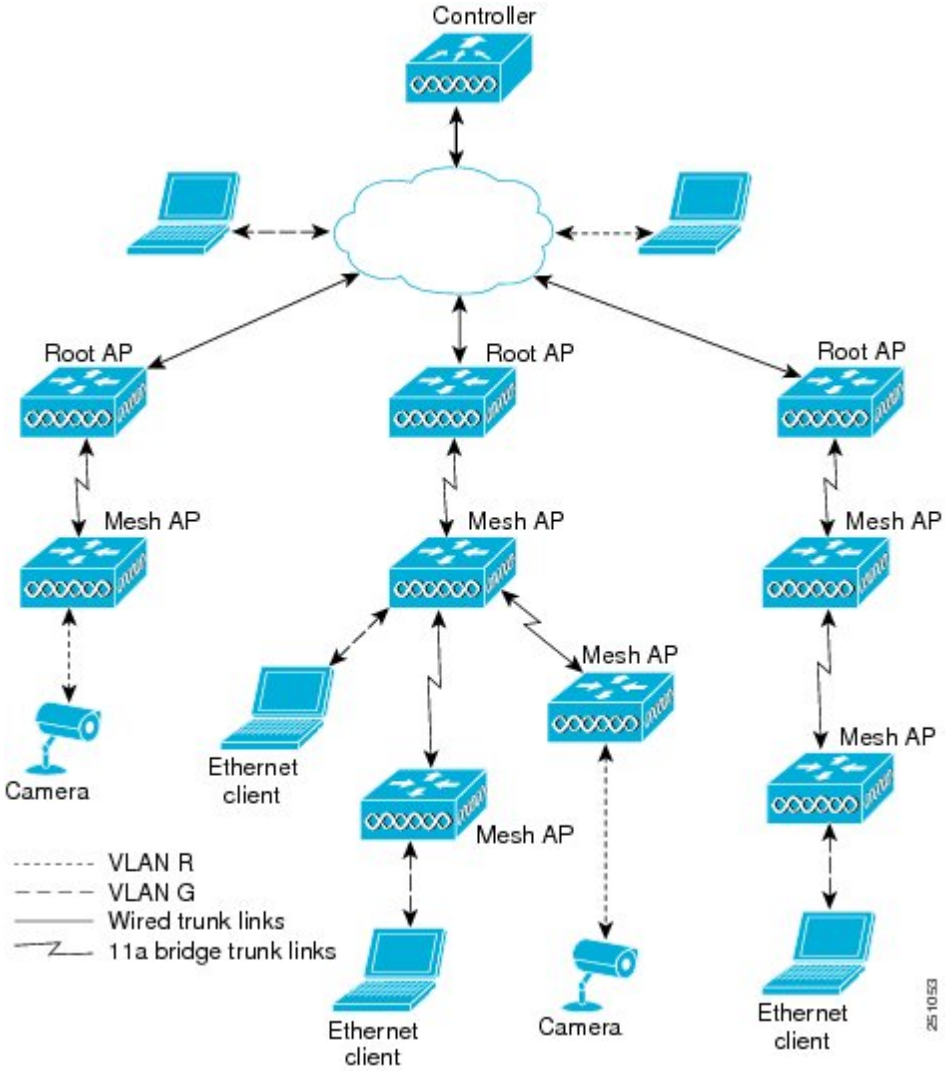
拡張機能の設定

イーサネット VLAN タギングの設定

イーサネット VLAN タギングを使用すると、ワイヤレス メッシュ ネットワーク内で特定のアプリケーション トラフィックをセグメント化して、有線 LAN に転送（ブリッジング）するか（アクセス モード）、別のワイヤレス メッシュ ネットワークにブリッジングすることができます（トランク モード）。

イーサネット VLAN タギングを使用した一般的な Public Safety アクセス アプリケーションは、市内のさまざまな屋外の場所へのビデオ監視カメラの設置を前提にしたものです。これらのビデオ カメラはすべて MAP に有線で接続されています。また、これらのカメラのビデオはすべてワイヤレス バックホールを介して有線ネットワークにある中央の指令本部にストリーミングされます。

図 *36* : イーサネット *VLAN* タギング



イーサネット ポートに関する注意

イーサネット VLAN タギングを使用すると、屋内と屋外の両方の実装で、イーサネット ポートをノーマル、アクセス、またはトランクとして設定できます。

（注） VLAN トランスペアレントが無効な場合、デフォルトのイーサネット ポート モードはノーマルです。VLAN タギングを使用し、イーサネット ポートの設定を許可するには、VLAN トランスペアレントを無効にする必要があります。グローバル パラメータである VLAN トランスペアレント モードを無効にするには、「グローバル メッシュ パラメータの設定」の項を参照してください。

- ノーマル モード：このモードでは、イーサネット ポートが、タグ付きパケットを受信または送信しません。クライアントからのタグ付きフレームは破棄されます。

  単一VLANのみを使用している場合や、複数のVLANにわたるネットワークでトラフィックをセグメント化する必要がない場合は、アプリケーションでノーマルモードを使用します。

- アクセス モード：このモードでは、タグなしパケットだけを許可します。すべての着信パケットに、アクセス VLAN と呼ばれるユーザ設定 VLAN のタグが付けられます。

  MAP に接続され、RAP に転送される装置（カメラやPC）から情報を収集するアプリケーションでは、アクセス モードを使用します。次に、RAP はタグを適用し、トラフィックを有線ネットワーク上のスイッチに転送します。

- トランク モード：このモードでは、ユーザがネイティブ VLAN および許可された VLAN リストを設定する必要があります（デフォルトではありません）。このモードではタグ付きのパケットとタグなしパケットの両方が許可されます。タグなしパケットは許可され、ユーザ指定のネイティブ VLAN のタグが付けられます。許可された VLAN リスト内の VLAN のタグが付けられたタグ付きパケットは許可されます。

- キャンパス内の別々の建物に存在している 2 つの MAP 間でトラフィックを転送するようなブリッジング アプリケーションでは、トランク モードを使用します。

イーサネット VLAN タギングは、バックホールとして使用されていないイーサネット ポートで動作します。

（注） コントローラの7.2よりも前のリリースでは、ルート アクセス ポイント（RAP）のネイティブ VLAN は、メッシュ イーサネット ブリッジングと VLAN トランスペアレントを有効にしたメッシュ アクセス ポイント（MAP）のイーサネット ポートから転送されます。

7.2 および 7.4 リリースでは、ルート アクセス ポイント（RAP）のネイティブ VLAN は、メッシュ イーサネット ブリッジングと VLAN トランスペアレントを有効にしたメッシュ アクセス ポイント（MAP）のイーサネットポートから転送されません。この動作は7.6から変更されます。ネイティブ VLAN は、VLAN トランスペアレントが有効になると MAP により転送されます。

この動作の変更は信頼性を向上し、メッシュ バックホールの転送ループの発生を最小限に抑えます。

VLAN 登録

メッシュ アクセス ポイントで VLAN をサポートするには、すべてのアップリンク メッシュ アクセス ポイントが、異なる VLAN に属するトラフィックを分離できるよう同じ VLAN をサポートする必要があります。メッシュ アクセス ポイントが VLAN 要件を通信して親からの応答を得る処理は、VLAN 登録と呼ばれます。

（注） VLAN 登録は自動的に行われます。ユーザの操作は必要ありません。

VLAN 登録の概要は次のとおりです。

1. メッシュ アクセス ポイントのイーサネット ポートが VLAN で設定されている場合は、ポートから親へその VLAN をサポートすることを要求します。
2. 親は、要求をサポートできる場合、その VLAN のブリッジ グループを作成し、要求をさらにその親へ伝搬します。この伝搬は RAP に達するまで続きます。
3. 要求が RAP に達すると、RAP は VLAN 要求をサポートできるかどうかを確認します。サポートできる場合、RAP は VLAN 要求をサポートするために、ブリッジ グループとサブインターフェイスをアップリンク イーサネット インターフェイスで作成します。
4. メッシュ アクセス ポイントのいずれかの子で VLAN 要求をサポートできない場合、メッシュ アクセス ポイントはネガティブ応答を返します。この応答は、VLAN を要求したメッシュ アクセス ポイントに達するまでダウンストリーム メッシュ アクセス ポイントに伝搬されます。
5. 親からのネガティブ応答を受信した要求元メッシュ アクセス ポイントは、VLAN の設定を延期します。ただし、将来試みるときのために設定は保存されます。メッシュの動的な特性を考慮すると、ローミング時やCAPWAP再接続時に、別の親とそのアップリンク メッシュ アクセス ポイントがその設定をサポートできることがあります。

イーサネット VLAN タギングのガイドライン

イーサネット タギングは以下のガイドラインに従います。

- セキュリティ上の理由により、メッシュ アクセス ポイント（RAP および MAP）にあるイーサネット ポートはデフォルトで無効になっています。このイーサネット ポートは、メッシュ アクセス ポイント ポートでイーサネット ブリッジングを設定することにより、有効になります。
- イーサネット VLAN タギングが動作するには、メッシュ ネットワーク内の全メッシュ アクセス ポイントでイーサネット ブリッジングが有効である必要があります。
- VLAN モードは、非 VLAN トランスペアレントに設定する必要があります（グローバル メッシュ パラメータ）。「グローバル メッシュ パラメータの設定（CLI）」の項を参照してください。VLAN トランスペアレントは、デフォルトで有効になっています。非VLAN トランスペアレントとして設定するには、[Wireless] > [Mesh] ページで [VLAN transparent] オプションを選択しない必要があります。

- VLAN タギングは、次のようにイーサネット インターフェイスでだけ設定できます。
  - AP1500 では、4 つのポートのうちポート 0（PoE 入力）、ポート 1（PoE 出力）、およびポート 3（光ファイバ）の 3 つをセカンダリ イーサネット インターフェイスとして使用できます。ポート2（ケーブルモデム）は、セカンダリ イーサネット インターフェイスとして設定できません。
  - イーサネット VLAN タギングでは、RAP のポート 0（PoE 入力）は、有線ネットワークのスイッチのトランク ポートへの接続に使用します。MAP のポート 1（PoE 出力）は、ビデオ カメラなどの外部デバイスへの接続に使用します。
- バックホール インターフェイス（802.11a radio）は、プライマリ イーサネット インターフェイスとして機能します。バックホールはネットワーク内のトランクとして機能し、無線ネットワークと有線ネットワークとの間のすべての VLAN トラフィックを伝送します。プライマリ イーサネット インターフェイスに必要な設定はありません。
- 屋内メッシュ ネットワークの場合、VLAN タギング機能は、屋外メッシュ ネットワークの場合と同様に機能します。バックホールとして動作しないアクセス ポートはすべてセカンダリであり、VLAN タギングに使用できます。
- RAP にはセカンダリ イーサネット ポートがないため、VLAN タギングを RAP 上で実装できず、プライマリ ポートがバックホールとして使用されます。ただし、イーサネット ポートが 1 つの MAP では VLAN タギングを有効にすることができます。これは、MAP のイーサネット ポートがバックホールとして機能せず、結果としてセカンダリ ポートになるためです。
- 設定の変更は、バックホールとして動作するイーサネットインターフェイスに適用されません。バックホールの設定を変更しようとすると警告が表示されます。設定は、インターフェイスがバックホールとして動作しなくなった後に適用されます。
- メッシュ ネットワーク内の任意の 802.11a バックホール イーサネット インターフェイスで VLAN タギングをサポートするために設定は必要ありません。
  - これには RAP アップリンク イーサネット ポートが含まれます。登録メカニズムを使用して、必要な設定が自動的に行われます。
  - バックホールとして動作する 802.11a イーサネット リンクへの設定の変更はすべて無視され、警告が表示されます。イーサネット リンクがバックホールとして動作しなくなると、変更した設定が適用されます。
- AP1500 のポート 02（ケーブル モデム ポート）では、VLAN を設定できません（該当する場合）。ポート 0（PoE 入力）、1（PoE 出力）、および 3（光ファイバ）では VLAN を設定できます。
- 各セクターでは、最大 16 個の VLAN がサポートされています。したがって、RAP の子（MAP）によってサポートされている VLAN の累積的な数は最大 16 です。
- RAP に接続されるスイッチ ポートはトランクである必要があります。
  - スイッチのトランク ポートと RAP トランク ポートは一致している必要があります。

- RAP は常にスイッチのネイティブ VLAN ID 1 に接続する必要があります。RAP のプライマリ イーサネット インターフェイスは、デフォルトではネイティブ VLAN 1 です。
- RAP に接続されている有線ネットワークのスイッチ ポート（ポート 0–PoE 入力）は、トランク ポートでタグ付きパケットを許可するように設定する必要があります。RAP は、メッシュ ネットワークから受信したすべてのタグ付きパケットを有線ネットワークに転送します。
- メッシュ セクター宛以外の VLAN をスイッチのトランク ポートに設定しないでください。

- MAP イーサネット ポートで設定した VLAN は、管理 VLAN として機能できません。
- メッシュ アクセス ポイントが CAPWAP RUN 状態であり、VLAN トランスペアレント モードが無効な場合にのみ、設定は有効です。
- ローミングする場合、または CAPWAP が再び開始される場合は、必ず設定の適用が再び試行されます。

イーサネット VLAN タギングの有効化（GUI）

VLAN タギングを設定する前に、イーサネット ブリッジングを有効にする必要があります。

GUI を使用して RAP または MAP で VLAN タギングを有効にする手順は、次のとおりです。

ステップ 1 イーサネット ブリッジングを有効にしてから、[Wireless] > [All APs] を選択します。

ステップ 2 VLAN タギングを有効にするメッシュ アクセス ポイントの AP 名のリンクをクリックします。

ステップ 3 詳細ページで、[Mesh] タブを選択します。

ステップ 4 [Ethernet Bridging] チェックボックスを選択してこの機能を有効にし、[Apply] をクリックします。

ページの最下部の [Ethernet Bridging] セクションに、メッシュ アクセス ポイントの 4 つのイーサネット ポートそれぞれが一覧表示されます。

- MAP のアクセス ポートを設定する場合は、たとえば、[gigabitEthernet1]（ポート 1（PoE 出力））をクリックします。

  [Mode] ドロップダウン リストで [Access] を選択します。

  VLAN ID を入力します。VLAN ID には 1 ～ 4095 の任意の値を入力できます。

  [Apply] をクリックします。

  （注） VLAN ID 1 はデフォルト VLAN として予約されていません。

  （注） RAP のすべての従属 MAP 全体で最大 16 の VLAN がサポートされています。

- RAP または MAP のトランク ポートを設定する場合は、[gigabitEthernet0]（ポート 0（PoE 入力））をクリックします。

[Mode] ドロップダウン リストで [trunk] を選択します。

着信トラフィックのネイティブ VLAN ID を指定します。ネイティブ VLAN ID には 1 ～ 4095 の任意の値を入力できます。ユーザ VLAN（アクセス）に割り当てた値を割り当てないでください。

[Apply] をクリックします。

トランク VLAN ID フィールドと設定した VLAN のサマリーが、画面下部に表示されます。トランク VLAN ID フィールドは発信パケット用です。

発信パケットのトランク VLAN ID を指定します。

タグなしパケットを転送する場合、デフォルトのトランク VLAN ID 値（0）を変更しないでください（MAP-to-MAP ブリッジング、キャンパス環境）。

タグ付きパケットを転送する場合、未割り当ての VLAN ID（1 ～ 4095）を入力します（RAP から有線ネットワークのスイッチ）。

[Add] をクリックして、トランク VLAN ID を許可された VLAN リストに追加します。新しく追加した VLAN は、ページの [Configured VLANs] セクションの下に表示されます。

（注） リストから VLAN を削除するには、該当する VLAN の右にある矢印ドロップダウン リストから [Remove] オプションを選択します。

ステップ 5 [Apply] をクリックします。

ステップ 6 [Save Configuration] をクリックして、変更を保存します。

イーサネット VLAN タギングの設定（CLI）

MAP アクセス ポートを設定するには、次のコマンドを入力します。

config ap ethernet 1 mode access enable *AP1500-MAP 50*

ここで、*AP1500-MAP* は可変の *AP* 名であり、*50* は可変のアクセス *VLAN ID* です。

RAP または MAP のトランク ポートを設定するには、次のコマンドを入力します。

config ap ethernet 0 mode trunk enable *AP1500-MAP 60*

ここで、*AP1500-MAP* は可変の *AP* 名であり、*60* は可変のネイティブ *VLAN ID* です。

VLAN をネイティブ VLAN の VLAN 許可リストに追加するには、次のコマンドを入力します。

config ap ethernet 0 mode trunk add *AP1500-MAP3 65*

ここで、*AP1500-MAP 3* は可変の *AP* 名であり、*65* は可変の *VLAN ID* です。

イーサネット VLAN タギング設定詳細の表示（CLI）

手順

- 特定のメッシュ アクセス ポイント（*AP Name*）またはすべてのメッシュ アクセス ポイント（*summary*）のイーサネットインターフェイスのVLAN設定の詳細を表示するには、次のコマンドを入力します。

  show ap config ethernet *ap-name*

- VLAN トランスペアレント モードが有効と無効のどちらであるかを確認するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh config

ワークグループ ブリッジとメッシュ インフラストラクチャとの相互接続性

ワークグループ ブリッジ（WGB）は、イーサネット対応デバイスにワイヤレス インフラストラクチャ接続を提供できる小さいスタンドアロンユニットです。無線ネットワークに接続するためにワイヤレス クライアント アダプタを備えていないデバイスは、イーサネット ポート経由で WGB に接続できます。WGB は、ワイヤレス インターフェイスを介してルート AP に接続します。つまり、有線クライアントはワイヤレス ネットワークにアクセスできます。

WGB は、メッシュ アクセス ポイントに、WGB の有線セグメントにあるすべてのクライアントを IAPP メッセージで通知することにより、単一ワイヤレス セグメントを介して有線ネットワークに接続するために使用されます。WGB クライアントのデータ パケットでは、802.11 ヘッダー（4 つの MAC ヘッダー（通常は 3 つの MAC データ ヘッダー））内に追加 MAC アドレスが含まれます。ヘッダー内の追加 MAC は、WGB 自体のアドレスです。この追加 MAC アドレスは、クライアントと送受信するパケットをルーティングするために使用されます。

WGB アソシエーションは、各メッシュ アクセス ポイントのすべての radio でサポートされます。

現在のアーキテクチャでは、Autonomous APがワークグループブリッジとして機能しますが、1 つの radio インターフェイスだけがコントローラ接続、イーサネットインターフェースが有線クライアント接続、もう□つのradioインターフェースが無線クライアント接続に使用されます。dot11radio1（5GHz）はコントローラ（メッシュ インフラストラクチャを使用）への接続に使用でき、有線クライアントにはイーサネットインターフェースが使用できます。dot11radio 0（2.4 GHz）は無線クライアント接続に使用できます。要件に応じて、クライアント アソシエーションまたはコントローラ接続に dot11radio 1 または dot11radio 0 を使用できます。

7.0 リリースでは、ワイヤレス インフラストラクチャへのアップリンクを失ったとき、またはローミング シナリオの場合、WGB の 2 番目の radio のワイヤレス クライアントが、WGB によってアソシエート解除されません。

2 つの radio を使用する場合、1 つの radio をクライアント アクセスに使用し、もう 1 つの radio をアクセス ポイントにアクセスするために使用できます。2 つの独立した radio が 2 つの独立

した機能を実行するため、遅延の制御が向上し、遅延が低下します。また、アップリンクが失われたとき、またはローミング シナリオの場合、WGB の 2 番目の radio のワイヤレス クライアントはアソシエーション解除されません。一方の radio はルート AP（radio role）として設定し、もう一方の radio は WGB（radio role）として設定する必要があります。

（注） 一方の radio が WGB として設定された場合、もう一方の radio は WGB またはリピータとして設定できません。

次の機能を WGB と共に使用することはサポートされていません。

- アイドル タイムアウト
- Web 認証：WGB が Web 認証 WLAN にアソシエートする場合、WGB は除外リストに追加され、すべての WGB 有線クライアントが削除されます（Web 認証 WLAN はゲスト WLAN の別名です）。
- WGB 背後の有線クライアントのための MAC フィルタリング、リンク テスト、およびアイドル タイムアウト

ワークグループ ブリッジの設定

ワークグループ ブリッジ（WGB）は、メッシュ アクセス ポイントに、WGB の有線セグメントにあるすべてのクライアントを IAPP メッセージで通知することにより、単一ワイヤレス セグメントを介して有線ネットワークに接続するために使用されます。IAPP 制御メッセージの他にも、WGB クライアントのデータ パケットでは 802.11 ヘッダー（4 つの MAC ヘッダー（通常は 3 つの MAC データ ヘッダー））内に追加 MAC アドレスが含まれます。ヘッダー内の追加 MAC は、ワークグループ ブリッジ自体のアドレスです。この追加 MAC アドレスは、クライアントと送受信するパケットをルーティングするときに使用されます。

WGB アソシエーションは、すべての Cisco AP で 2.4 GHz 帯（802.11b/g）および 5 GHz 帯（802.11a）の両方でサポートされます。

サポートされているプラットフォームは、autonomous（自律型）1600、1700、2600、2700、3600、3700、1530、1550、1570 で、メッシュ アクセス ポイントに接続できる WGB として設定できます。設定手順については、『*Cisco Wireless LAN Controller Configuration Guide*』の「Cisco Workgroup Bridges」の項を参照してください。 https://www.cisco.com/c/en/us/support/wireless/8500-series-wireless-controllers/products-installation-and-configuration-guides-list.html

サポートされる WGB モードおよび機能は次のとおりです。

- WGB として設定された自律型アクセス ポイントでは Cisco IOS リリース 12.4.25d-JA 以降が動作している必要があります。

（注） メッシュ アクセス ポイントに 2 つの radio がある場合、いずれかの radio でだけワークグループ ブリッジ モードを設定できます。2 番目の radio を無効にすることをお勧めします。3 radio のアクセス ポイントは、ワークグループ ブリッジ モードをサポートしません。

- クライアント モード WGB（BSS）はサポートされていますが、インフラストラクチャ WGB はサポートされていません。クライアント モード WGB は、インフラストラクチャ WGB と同様に VLAN をトランクできません。
- ACK がクライアントから返されないため、マルチキャスト トラフィックは WGB に確実に転送されるわけではありません。マルチキャスト トラフィックがインフラストラクチャ WGB にユニキャストされると、ACK が返されます。
- Cisco IOS アクセス ポイントで一方の radio が WGB として設定された場合、もう一方の radio を WGB やリピータにすることができません。
- メッシュ アクセス ポイントでは、ワイヤレス クライアント、WGB、接続した WGB の背後の有線クライアントを含む、最大 200 のクライアントをサポートできます。
- WLAN が WPA1（TKIP）+WPA2（AES）で設定され、対応する WGB インターフェイスがこれらの暗号化の 1 つ（WPA1 または WPA2）で設定された場合、WGB はメッシュ アクセス ポイントと接続できません。

図 *37 : WGB* の *WPA* セキュリティ設定

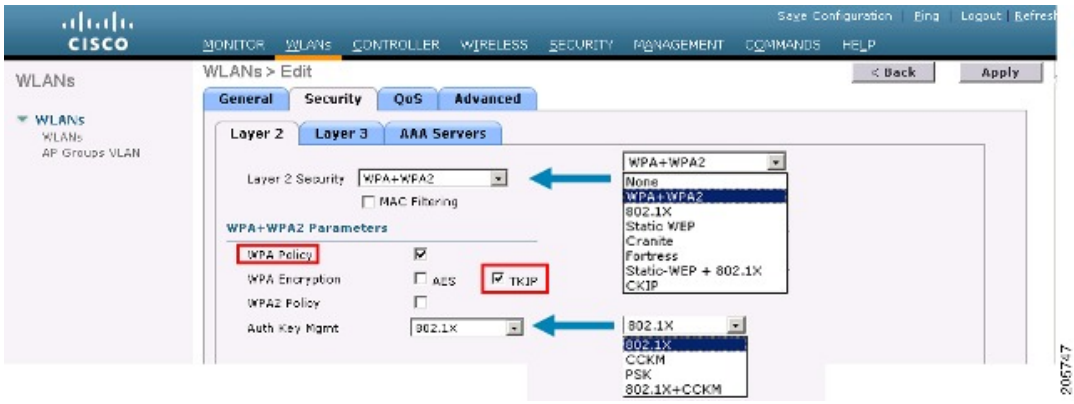
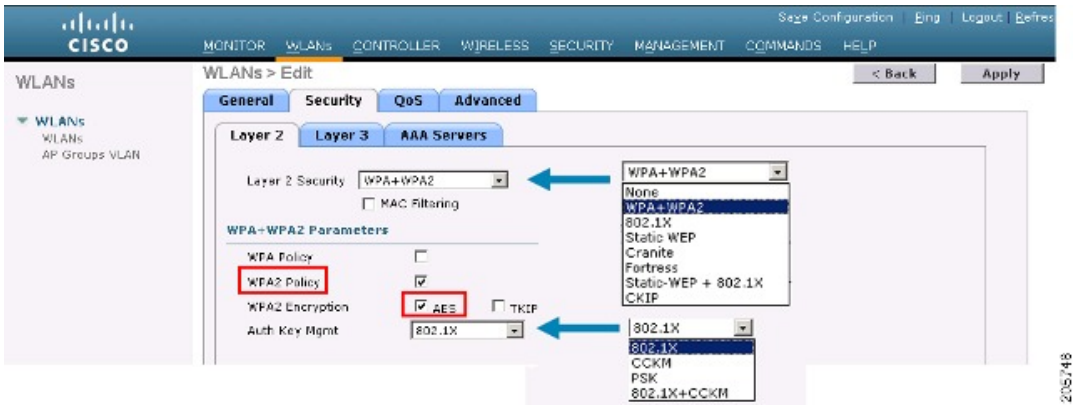


図 *38 : WGB* の *WPA-2* セキュリティ設定



WGB クライアントのステータスを表示する手順は、次のとおりです。

ステップ 1 [Monitor] > [Clients] を選択します。

ステップ 2 クライアント サマリー ページで、クライアントの MAC アドレスをクリックするか、その MAC アドレスを使用してクライアントを検索します。

ステップ 3 表示されるページで、クライアントの種類が *WGB* として認識されていることを確認します（右端）。

図 *39 :* クライアントが *WGB* であると認識されている

ステップ 4 クライアントの MAC アドレスをクリックすると、設定の詳細が表示されます。

- ワイヤレス クライアントの場合は、図 40 : [Monitor] > [Clients] > [Detail] ページ（無線 WGB クライアントの場合） （158 ページ） のようなページが表示されます。
- 有線クライアントの場合は、図 41 : [Monitor] > [Clients] > [Detail] ページ（有線 WGB クライアントの場合） （158 ページ） のようなページが表示されます。

図 *40 : [Monitor] > [Clients] > [Detail]* ページ（無線 *WGB* クライアントの場合）

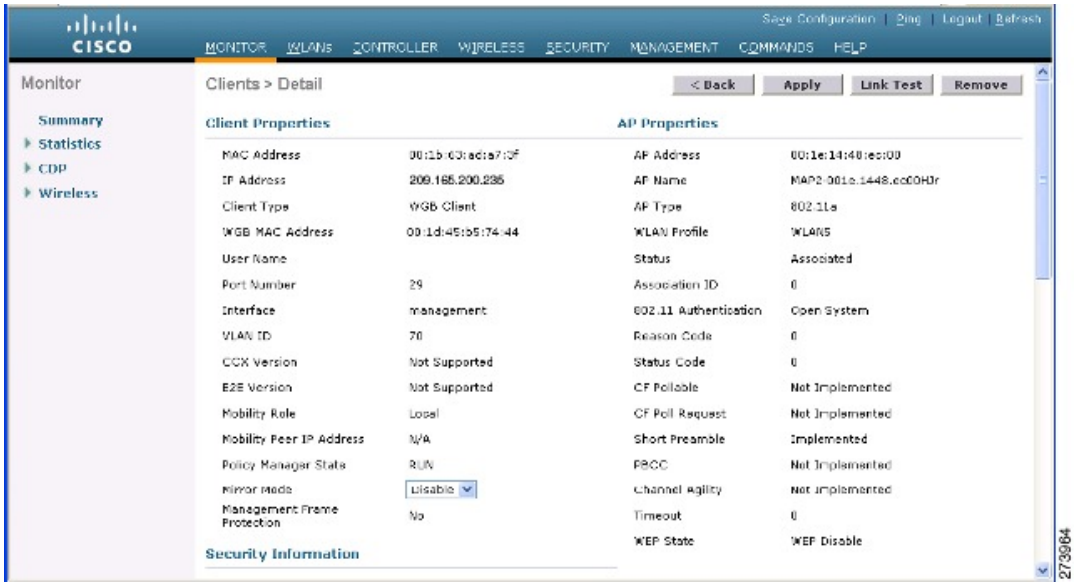
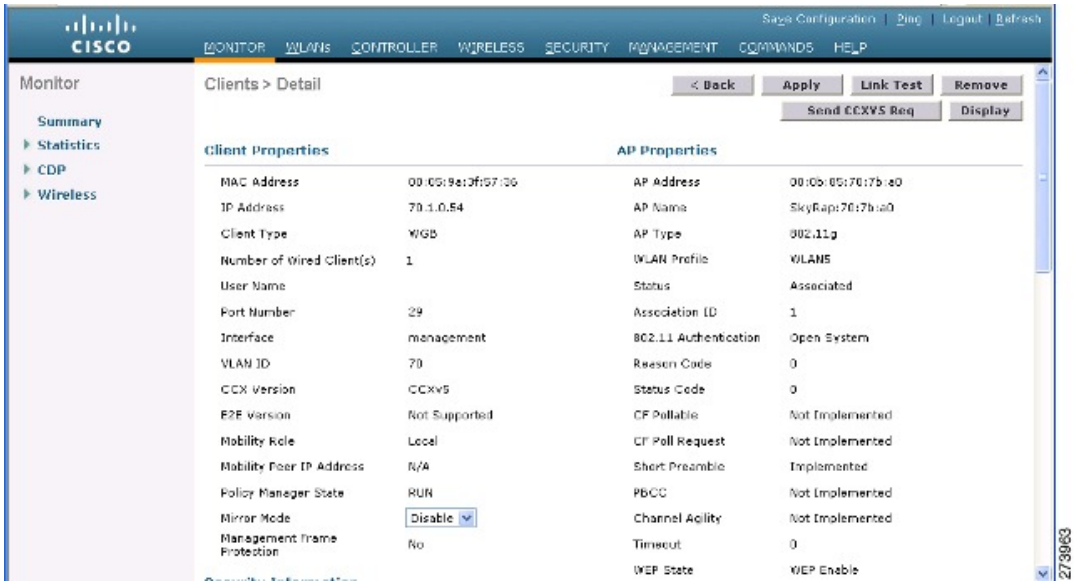


図 *41 : [Monitor] > [Clients] > [Detail]* ページ（有線 *WGB* クライアントの場合）



設定のガイドライン

設定時は、次のガイドラインに従います。

- メッシュ アクセス ポイントで利用可能な 2 つの 5 GHz radio で強力なクライアント アクセスを利用できるよう、メッシュ AP インフラストラクチャへのアップリンクには 5 GHz radio を使用することをお勧めします。5 GHz 帯を使用すると、より大きい Effective Isotropic Radiated Power（EIRP）が許可され、品質が劣化しにくくなります。2 つの radio がある WGB では、5 GHz radio（radio 1）モードを WGB として設定します。この radio は、メッ

シュ インフラストラクチャにアクセスするために使用されます。2 番目の radio 2.4 GHz（radio 0）モードをクライアント アクセスのルート AP として設定します。

- 自律型アクセス ポイントでは、SSID を 1 つだけネイティブ VLAN に割り当てることができます。自律型アクセス ポイントでは、1 つの SSID で複数の VLAN を使用できません。SSID と VLAN のマッピングは、異なる VLAN でトラフィックを分離するために一意である必要があります。Unified アーキテクチャでは、複数の VLAN を 1 つの WLAN（SSID）に割り当てることができます。
- アクセス ポイント インフラストラクチャへの WGB のワイヤレス接続には 1 つの WLAN（SSID）だけがサポートされます。この SSID はインフラストラクチャ SSID として設定し、ネイティブ VLAN にマッピングする必要があります。
- 動的インターフェイスは、WGB で設定された各 VLAN のためにコントローラで作成する必要があります。
- アクセス ポイントの 2 番目の radio（2.4 GHz）でクライアント アクセスを設定する必要があります。両方の radio で同じ SSID を使用し、ネイティブ VLAN にマッピングする必要があります。異なる SSID を作成した場合は、一意な VLAN と SSID のマッピングの要件のため、その SSID をネイティブ VLAN にマッピングすることはできません。SSID を別の VLAN にマッピングしようとしても、ワイヤレス クライアントのための複数 VLAN サポートはありません。
- WGB でのワイヤレス クライアント接続では、WLAN（SSID）に対してすべてのレイヤ 2 セキュリティ タイプがサポートされます。
- この機能は AP プラットフォームに依存しません。コントローラ側では、メッシュ AP および非メッシュ AP の両方がサポートされます。
- WGB では、20 クライアントの制限があります。20 クライアントの制限には、有線クライアントとワイヤレス クライアントの両方が含まれます。WGB が自律型アクセス ポイントと接続する場合、クライアントの制限は非常に高くなります。
- コントローラは、ワイヤレス クライアントと WGB の背後の有線クライアントを同様に扱います。コントローラからワイヤレス WGB クライアントに対する MAC フィルタリングやリンク テストなどの機能は、サポートされません。
- 必要な場合、WGB ワイヤレス クライアントに対するリンク テストは自律型 AP から実行できます。
- WGB に接続するワイヤレス クライアントに対する複数の VLAN はサポートされません。
- 7.0 リリースから、WGB の背後の有線クライアントに対して最大 16 の複数 VLAN がサポートされます。
- ワイヤレス クライアントと WGB の背後の有線クライアントに対してローミングがサポートされます。アップリンクが失われたとき、またはローミング シナリオの場合、他の radio のワイヤレス クライアントは WGB によってアソシエート解除されません。

radio 0（2.4 GHz）をルート AP（自律型 AP の 1 つの動作モード）として設定し、radio 1（5 GHz）を WGB として設定することをお勧めします。

設定例

CLI で設定する場合に必須な項目は次のとおりです。

- dot11 SSID（WLAN のセキュリティは要件に基づいて決定できます）。
- 単一ブリッジ グループに両方の radio のサブインターフェイスをマッピングすること。

（注） ネイティブ VLAN は、デフォルトで常にブリッジ グループ 1 にマッピングされます。他の VLAN の場合、ブリッジ グループ番号は VLAN 番号に一致します。たとえば、VLAN 46 の場合、ブリッジ グループは 46 です。

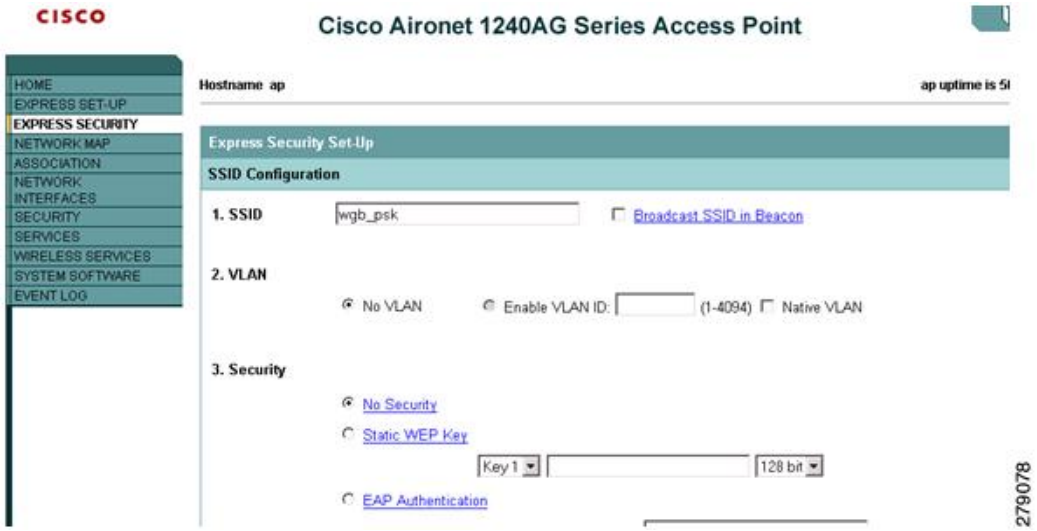
- SSID を radio インターフェイスにマッピングし、radio インターフェイスの役割を定義します。

次の例では、両方の radio で 1 つの SSID（WGBTEST）が使用され、SSID は NATIVE VLAN 51 にマッピングされたインフラストラクチャ SSID です。すべての radio インターフェイスは、ブリッジ グループ 1 にマッピングされます。

```
WGB1#config t
WGB1(config)#interface Dot11Radio1.51
WGB1(config-subif)#encapsulation dot1q 51 native
WGB1(config-subif)#bridge-group 1
WGB1(config-subif)#exit
WGB1(config)#interface Dot11Radio0.51
WGB1(config-subif)#encapsulation dot1q 51 native
WGB1(config-subif)#bridge-group 1
WGB1(config-subif)#exit
WGB1(config)#dot11 ssid WGBTEST
WGB1(config-ssid)#VLAN 51
WGB1(config-ssid)#authentication open
WGB1(config-ssid)#infrastructiure-ssid
WGB1(config-ssid)#exit
WGB1(config)#interface Dot11Radio1
WGB1(config-if)#ssid WGBTEST
WGB1(config-if)#station-role workgroup-bridge
WGB1(config-if)#exit
WGB1(config)#interface Dot11Radio0
WGB1(config-if)#ssid WGBTEST
WGB1(config-if)#station-role root
WGB1(config-if)#exit
```

また、自律型 AP の GUI を使用して設定を行うこともできます。この GUI で VLAN が定義された後に、サブインターフェイスは自動的に作成されます。

図 *42 : [SSID Configuration]* ページ



WGB アソシエーションの確認

コントローラと WGB のアソシエーションおよび WGB とワイヤレス クライアントのアソシエーションの両方は、自律型 AP で **show dot11 associations client** コマンドを入力して確認できます。

```
WGB#show dot11 associations client

802.11 Client Stations on Dot11Radio1:

SSID [WGBTEST] :
```

MAC Address	IP Address	Device	Name	Parent	State
0024.130f.920e	209.165.200.225	LWAPP-Parent	RAPSB	-	Assoc

コントローラで、[Monitor] > [Clients] を選択します。WGB と、ワイヤレス クライアントと WGB の背後の有線クライアントは更新され、ワイヤレス/有線クライアントが WGB クライアントとして表示されます。

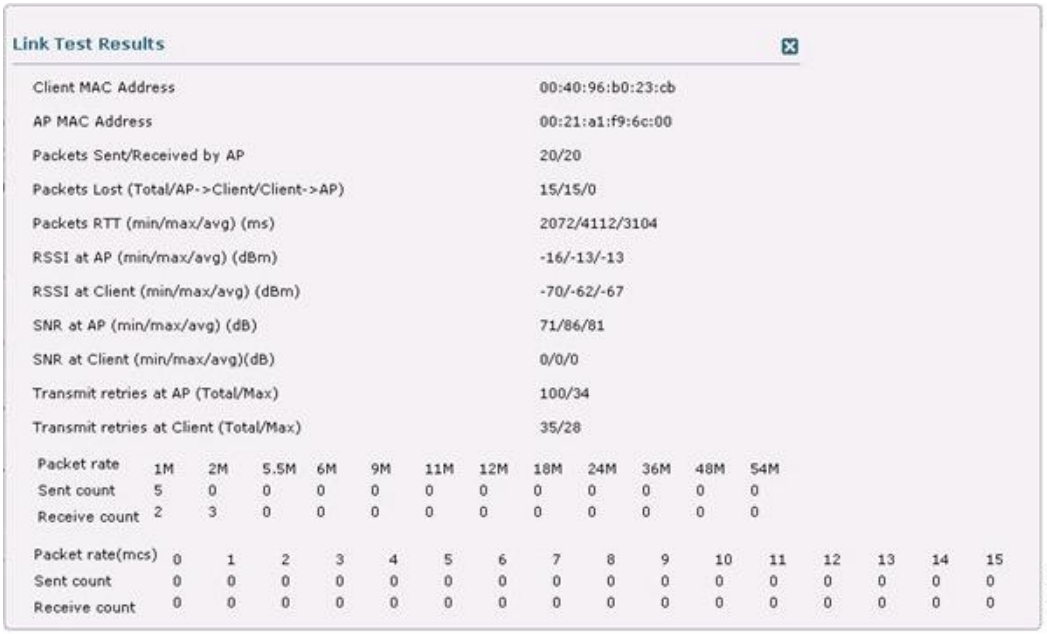
図 *43* : 更新された *WGB* クライアント

図 *44* : 更新された *WGB* クライアント

図 *45* : 更新された *WGB* クライアント

リンク テストの結果

図 *46* : リンク テストの結果



リンク テストは、コントローラの CLI から次のコマンドを使用して実行することもできます。

```
(Cisco Controller) > linktest client mac-address
```

コントローラからのリンク テストは WGB にのみ制限され、コントローラから、WGB に接続した有線クライアントやワイヤレス クライアントに対して WGB を超えて実行することはできません。WGB 自体から WGB に接続したワイヤレス クライアントのリンク テストを実行するには、次のコマンドを使用します。

```
ap#dot11 dot11Radio 0 linktest target client-mac-address
Start linktest to 0040.96b8.d462, 100 512 byte packets
ap#
```

POOR (4% lost)	Time (msec)	Strength (dBm)		SNR Quality		Retries	
		In	Out	In	Out	In	Out
Sent: 100	Avg. 22	-37	-83	48	3	Tot. 34	35
Lost to Tgt: 4	Max. 112	-34	-78	61	10	Max. 10	5
Lost to Src: 4	Min. 0	-40	-87	15	3		

```
Rates (Src/Tgt)     24Mb 0/5  36Mb 25/0  48Mb 73/0  54Mb 2/91
Linktest Done in 24.464 msec
```

WGB 有線/ワイヤレス クライアント

また、次のコマンドを使用して、WGB と、Cisco Lightweight アクセス ポイントに接続したクライアントの概要を確認することもできます。

```
(Cisco Controller) > show wgb summary
Number of WGBs..................................... 2
```

MAC Address	IP Address	AP Name	Status	WLAN	Auth	Protocol	Clients
00:1d:70:97:bd:e8	209.165.200.225	c1240	Assoc	2	Yes	802.11a	2
00:1e:be:27:5f:e2	209.165.200.226	c1240	Assoc	2	Yes	802.11a	5

```
(Cisco Controller) > show client summary

Number of Clients.................................. 7
```

MAC Address	AP Name	Status	WLAN/Guest-Lan	Auth	Protocol	Port	Wired
00:00:24:ca:a9:b4	R14	Associated	1	Yes	N/A	29	No
00:24:c4:a0:61:3a	R14	Associated	1	Yes	802.11a	29	No
00:24:c4:a0:61:f4	R14	Associated	1	Yes	802.11a	29	No
00:24:c4:a0:61:f8	R14	Associated	1	Yes	802.11a	29	No
00:24:c4:a0:62:0a	R14	Associated	1	Yes	802.11a	29	No
00:24:c4:a0:62:42	R14	Associated	1	Yes	802.11a	29	No
00:24:c4:a0:71:d2	R14	Associated	1	Yes	802.11a	29	No

```
(Cisco Controller) > show wgb detail 00:1e:be:27:5f:e2

Number of wired client(s): 5
```

MAC Address	IP Address	AP Name	Mobility	WLAN	Auth

00:16:c7:5d:b4:8f	Unknown	c1240	Local	2	No
00:21:91:f8:e9:ae	209.165.200.232	c1240	Local	2	Yes
00:21:55:04:07:b5	209.165.200.234	c1240	Local	2	Yes
00:1e:58:31:c7:4a	209.165.200.236	c1240	Local	2	Yes
00:23:04:9a:0b:12	Unknown	c1240	Local	2	No

クライアント ローミング

Cisco Compatible Extension（CX）バージョン 4（v4）クライアントによる高速ローミングでは、屋外メッシュ展開において最大時速 70 マイルの速度がサポートされます。適用例としては、メッシュ パブリック ネットワーク内を移動する緊急車両の端末との通信を維持する場合があります。

3 つの Cisco CX v4 レイヤ 2 クライアント ローミング拡張機能がサポートされています。

- アクセス ポイント アシスト ローミング：クライアントのスキャン時間が短縮されます。Cisco CX v4 クライアントがアクセス ポイントに接続する際、新しいアクセス ポイントに以前のアクセスポイントの特徴を含む情報パケットを送信します。各クライアントが接続したり、接続直後にクライアントにユニキャストを送っていたすべての以前のアクセスポイントをまとめて作成したアクセスポイントのリストがクライアントによって認識および使用されると、ローミング時間が短縮します。アクセス ポイントのリストには、チャネル、クライアントの現在の SSID をサポートするネイバー アクセス ポイントの BSSID、およびアソシエーション解除からの経過時間が含まれます。
- 拡張ネイバー リスト：音声アプリケーションを中心に、Cisco CX v4 クライアントのローミング能力とネットワーク エッジのパフォーマンスを向上させます。アクセス ポイントは、ネイバー リストのユニキャスト更新メッセージを使用して、接続したクライアントのネイバーに関する情報を提供します。
- ローミング理由レポート：Cisco CX v4 クライアントが新しいアクセス ポイントにローミングした理由を報告できます。また、ネットワーク管理者はローミング履歴を作成およびモニタできるようになります。

（注） クライアント ローミングはデフォルトでは有効です。詳細については、『Enterprise Mobility Design Guide』（http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/Mobility/emob41dg/eMob4.1.pdf）を参照してください。

WGB ローミングのガイドライン

WGB ローミングのガイドラインは次のとおりです。

- WGB でのローミングの設定：WGB がモバイルである場合は、親アクセス ポイントまたはブリッジへのより良好な無線接続をスキャンするよう設定できます。ap(config-if)**mobile station period 3 threshold 50** コマンドを使用して、ワークグループ ブリッジをモバイル ステーションとして設定します。

  この設定を有効にすると、受信信号強度表示（RSSI）の数値が低いこと、電波干渉が多いこと、またはフレーム損失率が高いことが検出された場合に、WGB は新しい親への接続のためにスキャンします。これらの基準を使用して、モバイル ステーションとして設定された WGB は新しい親への接続のために検索し、現在のアソシエーションが失われる前に新しい親にローミングします。モバイル ステーションの設定が無効な場合（デフォルト設定）、WGB は現在のアソシエーションが失われるまで新しいアソシエーションを検索しません。

- WGB での限定チャネル スキャンの設定：鉄道などのモバイル環境では、WGB はすべてのチャネルをスキャンする代わりに、限定チャネルのみをスキャンするよう制限でき、WGB が 1 つのアクセス ポイントから別のアクセス ポイントにローミングするときにハンドオフによる遅延が減少します。チャネル数を制限することにより、WGB は必要なチャネルのみをスキャンします。モバイル WGB では、高速かつスムーズなローミングとともに継続的なワイヤレス LAN 接続が実現され、維持されます。この限定チャネルは、ap(config-if)#**mobile station scan** *set of channels* を使用して設定されます。

  このコマンドにより、すべてのチャネルまたは指定されたチャネルに対するスキャンが実行されます。設定できるチャネルの最大数に制限はありません。設定できるチャネルの最大数は、radio がサポートできるチャネル数に制限されます。実行時に、WGB はこの限定チャネルのみをスキャンします。この限定チャネルの機能は、WGB が現在接続しているアクセス ポイントから受け取る既知のチャネル リストにも影響します。チャネルは、そのチャネルが限定チャネルに含まれる場合にのみ、既知のチャネル リストに追加されます。

設定例

CLI で設定する場合に必須な項目は次のとおりです。

- dot11 SSID（WLAN のセキュリティは要件に基づいて決定できます）。
- 単一ブリッジ グループに両方の radio のサブインターフェイスをマッピングすること。

（注） ネイティブ VLAN は、デフォルトで常にブリッジ グループ 1 にマッピングされます。他の VLAN の場合、ブリッジ グループ番号は VLAN 番号に一致します。たとえば、VLAN 46 の場合、ブリッジ グループは 46 です。

- SSIDをradioインターフェイスにマッピングし、radioインターフェイスの役割を定義します。

次の例では、両方の radio で 1 つの SSID（WGBTEST）が使用され、SSID は NATIVE VLAN 51 にマッピングされたインフラストラクチャ SSID です。すべての radio インターフェイスは、ブリッジ グループ 1 にマッピングされます。

```
WGB1#config t
WGB1(config)#interface Dot11Radio1.51
WGB1(config-subif)#encapsulation dot1q 51 native
WGB1(config-subif)#bridge-group 1
WGB1(config-subif)#exit
WGB1(config)#interface Dot11Radio0.51
WGB1(config-subif)#encapsulation dot1q 51 native
WGB1(config-subif)#bridge-group 1
WGB1(config-subif)#exit
WGB1(config)#dot11 ssid WGBTEST
WGB1(config-ssid)#VLAN 51
WGB1(config-ssid)#authentication open
WGB1(config-ssid)#infrastructiure-ssid
WGB1(config-ssid)#exit
WGB1(config)#interface Dot11Radio1
WGB1(config-if)#ssid WGBTEST
WGB1(config-if)#station-role workgroup-bridge
WGB1(config-if)#exit
WGB1(config)#interface Dot11Radio0
WGB1(config-if)#ssid WGBTEST
WGB1(config-if)#station-role root
WGB1(config-if)#exit
```

また、自律型 AP の GUI を使用して設定を行うこともできます。この GUI で VLAN が定義された後に、サブインターフェイスは自動的に作成されます。

トラブルシューティングのヒント

ワイヤレス クライアントがWGBに接続していない場合は、次の手順を実行して問題をトラブルシューティングします。

1. クライアントの設定を確認し、クライアントの設定が正しいことを確認します。
2. 自律型 AP で **show bridge** コマンドの出力を確認し、AP が適切なインターフェイスからクライアント MAC アドレスを参照していることを確認します。
3. 異なるインターフェイスの特定のVLANに対応するサブインターフェイスが同じブリッジグループにマッピングされていることを確認します。
4. 必要に応じて、**clear bridge** コマンドを使用してブリッジ エントリをクリアします（注：このコマンドは、WGB内の接続しているすべての有線および無線クライアントを削除し、それらのクライアントを再度接続させます）。

5. **show dot11 association** コマンドの出力を確認し、WGB がコントローラに接続していることを確認します。
6. WGB で 20 クライアントの制限を超えていないことを確認します。

通常のシナリオでは、**show bridge** コマンドの出力と **show dot11 association** コマンドの出力が期待されたものである場合、ワイヤレス クライアントの接続は成功です。

屋内メッシュ ネットワークの音声パラメータの設定

メッシュ ネットワークにおける音声およびビデオの品質を管理するために、コントローラでコール アドミッション制御（CAC）および QoS を設定できます。

屋内メッシュ アクセス ポイントは 802.11e 対応であり、QoS は、2.4 および 5 GHz のローカル AP、2.4 および 5 GHz のアクセス radio、2.4 および 5 GHz のバックホール radio でサポートされます。CAC は、バックホールおよび CCXv4 クライアントでサポートされています（メッシュ アクセス ポイントとクライアント間の CAC を提供）。

（注） 音声は、屋内メッシュ ネットワークだけでサポートされます。音声は、メッシュ ネットワークの屋外においてベストエフォート方式でサポートされます。

Call Admission Control（コール アドミッション制御）

コール アドミッション制御（CAC）を使用すると、ワイヤレス LAN で輻輳が発生した際でも、メッシュ アクセス ポイントで制御された QoS を維持できます。CCX v3 で展開される Wi-Fi Multimedia（WMM）プロトコルにより、無線 LAN に輻輳が発生しない限り十分な QoS が保証されます。ただし、さまざまなネットワーク負荷で QoS を維持するには、CCXv4 以降の CAC が必要です。

（注） CAC は Cisco Compatible Extensions（CCX）v4 以降でサポートされています。『*Cisco Wireless LAN Controller Configuration Guide, Release 7.0*』（http://www.cisco.com/en/US/docs/wireless/controller/7.0/configuration/guide/c70sol.html）の第 6 章を参照してください。

アクセス ポイントでは、帯域幅ベースの CAC と load-based の CAC という 2 種類の CAC が利用できます。メッシュ ネットワーク上のコールはすべて帯域幅ベースであるため、メッシュ アクセス ポイントは帯域幅ベースの CAC だけを使用します。

帯域幅ベース CAC または静的 CAC を使用すると、クライアントで新しいコールを受信するために必要な帯域幅または共有メディア時間を指定することができます。各アクセス ポイントは、使用可能な帯域幅を確認して特定のコールに対応できるかどうかを判断し、そのコールに必要な帯域幅と比較します。品質を許容できる最大可能コール数を維持するために十分な帯域幅が使用できない場合、メッシュ アクセス ポイントはコールを拒否します。

QoS および DiffServ コード ポイントのマーキング

ローカル アクセスとバックホールでは、802.11e がサポートされています。メッシュ アクセス ポイントでは、分類に基づいて、ユーザ トラフィックの優先順位が付けられるため、すべてのユーザ トラフィックがベストエフォートの原則で処理されます。

メッシュのユーザが使用可能なリソースは、メッシュ内の位置によって異なり、ネットワークの 1 箇所に帯域幅制限を適用する設定では、ネットワークの他の部分でオーバーサブスクリプションが発生することがあります。

同様に、クライアントの RF の割合を制限することは、メッシュ クライアントに適していません。制限するリソースはクライアント WLAN ではなく、メッシュ バックホールで使用可能なリソースです。

有線イーサネット ネットワークと同様に、802.11 WLAN では、キャリア検知多重アクセス（CSMA）が導入されます。ただし、WLAN は、衝突検出（CD）を使用する代わりに衝突回避（CA）を使用します。つまり、メディアが空いたらすぐに各ステーションが伝送を行う代わりに、WLANデバイスは衝突回避メカニズムを使用して複数のステーションが同時に伝送を行うのを防ぎます。

衝突回避メカニズムでは、CWmin と CWmax という 2 つの値が使用されます。CW はコンテンション ウィンドウ（Contention Window）を表します。CW は、インターフレーム スペース（IFS）の後、パケットの転送に参加するまで、エンドポイントが待機する必要がある追加の時間を指定します。Enhanced Distributed Coordination Function（EDCF）は、遅延に影響を受けるマルチメディア トラフィックのエンド デバイスが、CWmin 値と CWmax 値を変更して、メディアに統計的に大きい（および頻繁な）アクセスを行えるようにするモデルです。

シスコのアクセス ポイントは EDCF に似た QoS をサポートします。これは最大 8 つの QoS のキューを提供します。

これらのキューは、次のようにいくつかの方法で割り当てることができます。

- パケットの TOS / DiffServ 設定に基づく
- レイヤ 2 またはレイヤ 3 アクセス リストに基づく
- VLAN に基づく
- デバイス（IP 電話）の動的登録に基づく

AP1500 は Cisco コントローラとともに、コントローラで最小の統合サービス機能（クライアント ストリームに最大帯域幅の制限がある）と、IP DSCP 値と QoS WLAN 上書きに基づいたより堅牢なディファレンシエーテッド サービス（diffServ）機能を提供します。

キュー容量に達すると、追加のフレームがドロップされます（テール ドロップ）。

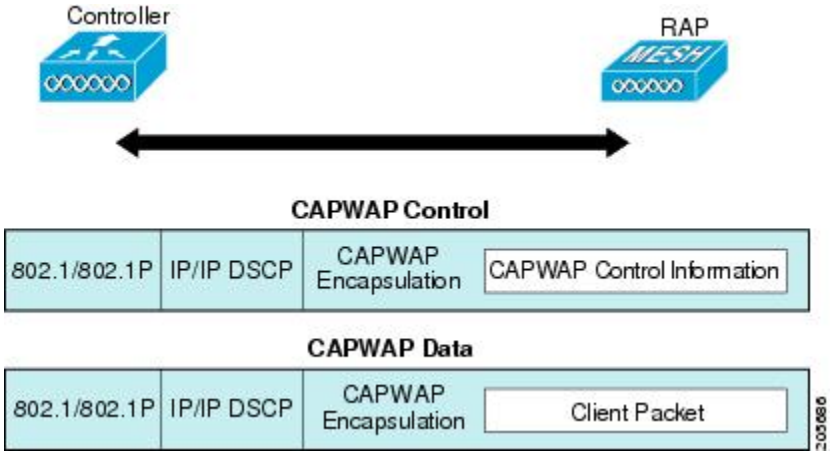
カプセル化

メッシュ システムでは複数のカプセル化が使用されます。これらのカプセル化には、コントローラと RAP 間、メッシュ バックホール経由、メッシュ アクセス ポイントとそのクライアント間の CAPWAP 制御とデータが含まれます。バックホール経由のブリッジ トラフィック（LAN

からの非コントローラ トラフィック）のカプセル化は CAPWAP データのカプセル化と同じです。

コントローラと RAP 間には 2 つのカプセル化があります。1 つは CAPWAP 制御のカプセル化であり、もう 1 つは CAPWAP データのカプセル化です。制御インスタンスでは、CAPWAP は制御情報と指示のコンテナとして使用されます。CAPWAP データのインスタンスでは、イーサネットと IP ヘッダーを含むパケット全体が CAPWAP コンテナ内で送信されます

図 *47 :* カプセル化

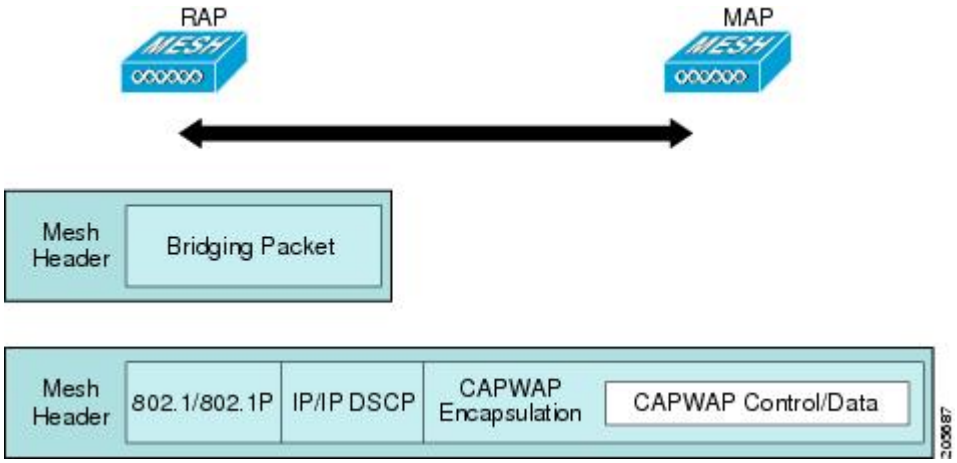


バックホールの場合、メッシュ トラフィックのカプセル化のタイプは1つだけです。ただし、2つのタイプのトラフィック（ブリッジ トラフィックとCAPWAP制御およびデータ トラフィック）がカプセル化されます。どちらのタイプのトラフィックも独自のメッシュ ヘッダーにカプセル化されます。

ブリッジ トラフィックの場合、パケットのイーサネット フレーム全体がメッシュ ヘッダーにカプセル化されます。

すべてのバックホール フレームが MAP から MAP、RAP から MAP、または MAP から RAP でも関係なく適切に処理されます。

図 *48 :* メッシュ トラフィックのカプセル化



（注） メッシュ データ DTLS 暗号化は、1540 および 1560 モデルなどの Wave 2 メッシュ AP でのみサポートされます。

メッシュ アクセス ポイントでのキューイング

メッシュ アクセス ポイントは高速の CPU を使用して、入力フレーム、イーサネット、およびワイヤレスを先着順に処理します。これらのフレームは、適切な出力デバイス（イーサネットまたはワイヤレスのいずれか）への伝送のためにキューに格納されます。出力フレームは、802.11 クライアント ネットワーク、802.11 バックホール ネットワーク、イーサネットのいずれかを宛先にすることができます。

AP1500 は、ワイヤレス クライアント伝送用に 4 つの FIFO をサポートします。これらの FIFO は 802.11e Platinum、Gold、Sliver、Bronze キューに対応し、これらのキューの 802.11e 伝送ルールに従います。FIFO では、キューの深さをユーザが設定できます。

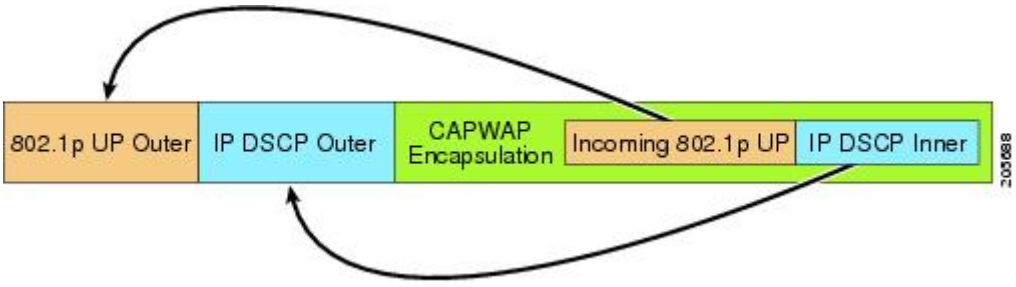
バックホール（別の屋外メッシュ アクセス ポイント宛のフレーム）では、4 つの FIFO を使用しますが、ユーザ トラフィックは、Gold、Siliver、および Bronze に制限されます。Platinum キューは、CAPWAP 制御トラフィックと音声だけに使用され、CWmin や CWmax などの標準 802.11e パラメータから変更され、より堅牢な伝送を提供しますが、遅延が大きくなります。

Gold キューの CWmin や CWmax などの 802.11e パラメータは、遅延が少なくなるように変更されています。ただし、エラー レートと積極性が若干増加します。これらの変更の目的は、ビデオ アプリケーションに使いやすいチャネルを提供することです。

イーサネット宛のフレームは FIFO として、使用可能な最大伝送バッファ プール（256 フレーム）までキューに格納されます。レイヤ 3 IP Differentiated Services Code Point（DSCP）がサポートされ、パケットのマーキングもサポートされます。

データ トラフィックのコントローラから RAP へのパスでは、外部 DSCP 値が着信 IP フレームの DSCP 値に設定されます。インターフェイスがタグ付きモードである場合、コントローラは、802.1Q VLAN ID を設定し、802.1p UP 着信と WLAN のデフォルトの優先度上限から 802.1p UP（外部）を派生させます。VLAN ID 0 のフレームはタグ付けされません。

図 *49*：コントローラから *RAP* へのパス



CAPWAP 制御トラフィックの場合、IP DSCP 値は 46 に設定され、802.1p ユーザ優先度（UP）は 7 に設定されます。バックホール経由のワイヤレス フレームの伝送の前に、ノードのペアリング（RAP/MAP）や方向に関係なく、外部ヘッダーの DSCP 値を使用して、バックホール優

先度が判断されます。次の項で、メッシュ アクセス ポイントで使用される 4 つのバックホール キューとバックホール パス QoS に示される DSCP 値のマッピングについて説明します。

表 *11 : バックホール パス QoS*

DSCP 値	バックホール キュー
2、4、6、8 ～ 23	Bronze
26、32 ～ 63	Gold
46 ～ 56	Platinum
その他すべての値（0 を含む）	Silver

（注） Platinum バックホール キューは CAPWAP 制御トラフィック、IP 制御トラフィック、音声パケット用に予約されています。DHCP、DNS、および ARP 要求も Platinum QoS レベルで伝送されます。メッシュ ソフトウェアは、各フレームを調査し、それが CAPWAP 制御フレームであるか、IP 制御フレームであるかを判断して、Platinum キューが CAPWAP 以外のアプリケーションに使用されないようにします。

MAP からクライアントへのパスの場合、クライアントが WMM クライアントか通常のクライアントかに応じて、2 つの異なる手順が実行されます。クライアントが WMM クライアントの場合、外部フレームの DSCP 値が調査され、802.11e プライオリティ キューが使用されます。

表 *12 : MAP からクライアントへのパスの QoS*

DSCP 値	バックホール キュー
2、4、6、8 ～ 23	Bronze
26、32 ～ 45、47	Gold
46、48 ～ 63	Platinum
その他すべての値（0 を含む）	Silver

クライアントが WMM クライアントでない場合、WLAN の上書き（コントローラで設定された）によって、パケットが伝送される 802.11e キュー（Bronze、Gold、Platinum、または Silver）が決定されます。

メッシュ アクセス ポイントのクライアントの場合、メッシュ バックホールまたはイーサネットでの伝送に備えて、着信クライアント フレームが変更されます。WMM クライアントの場合、MAP が着信 WMM クライアント フレームから外部 DSCP 値を設定する方法を示します。

図 *50 : MAP* から *RAP* へのパス

着信 802.11e ユーザ優先度および WLAN の上書き優先度の最小値が、表 13 : DSCP とバックホール キューのマッピング （173 ページ） に示された情報を使用して変換され、IP フレームの DSCP 値が決定されます。たとえば、着信フレームの優先度の値が Gold 優先度を示しているが、WLAN が Silver 優先度に設定されている場合は、最小優先度の Silver を使用して DSCP 値が決定されます。

表 *13 : DSCP* とバックホール キューのマッピング

DSCP 値	802.11e UP	バックホール キュー	パケット タイプ
2、4、6、8 ～ 23	1、2	Bronze	最小の優先度のパケット（存在する場合）
26、32 ～ 34	4、5	Gold	ビデオ パケット
46 ～ 56	6、7	Platinum	CAPWAP 制御、AWPP、DHCP/DNS、ARP パケット、音声パケット
その他すべての値（0 を含む）	0、3	Silver	ベスト エフォート、CAPWAP データ パケット

着信 WMM 優先度がない場合、デフォルトの WLAN 優先度を使用して、外部ヘッダーの DSCP 値が生成されます。フレームが（AP で）生成された CAPWAP 制御フレームの場合は、46 の DSCP 値が外部ヘッダーに配置されます。

5.2 コードでの拡張で、DSCP 情報が AWPP ヘッダーに保持されます。

Platinum キューを経由する DHCP/DNS パケットと ARP パケットを除き、すべての有線クライアント トラフィックは 5 の最大 802.1p UP 値に制限されます。

非 WMM ワイヤレス クライアントのトラフィックは、その WLAN のデフォルトの QoS 優先度を取得します。WMM ワイヤレス クライアント トラフィックには 802.11e の最大値の 6 を設定することができますが、それはその WLAN に設定された QoS プロファイル未満である必要があります。アドミッション制御を設定した場合、WMM クライアントは TSPEC シグナリングを使用し、CAC によって許可されている必要があります。

CAPWAPP データ トラフィックはワイヤレス クライアント トラフィックを伝送し、ワイヤレス クライアント トラフィックと同じ優先度を持ち、同じように扱われます。

DSCP 値が決定されたので、さらに、RAP から MAP へのバックホール パスの先述したルールを使用して、フレームを伝送するバックホール キューが決定されます。RAP からコントローラに伝送されるフレームはタグ付けされません。外部 DSCP 値は最初に作成されているため、そのままになります。

ブリッジ バックホール パケット

ブリッジサービスの処理は通常のコントローラベースのサービスと少し異なります。ブリッジパケットは、CAPWAP カプセル化されないため、外部 DSCP 値がありません。そのため、メッシュ アクセス ポイントによって受信された IP ヘッダーの DSCP 値を使用して、メッシュ アクセス ポイントからメッシュ アクセス ポイント（バックホール）までのパスに示されたようにテーブルがインデックス化されます。

LAN 間のブリッジ パケット

LAN 上のステーションから受信されたパケットは、決して変更されません。LAN 優先度の上書き値はありません。したがって、LAN は、ブリッジ モードで適切に保護されている必要があります。メッシュ バックホールに提供されている唯一の保護機能により、Platinum キューにマップされる CAPWAP 以外の制御フレームは Gold キューに降格されます。

パケットはメッシュへの着信時にイーサネット入口で受信されるため、LAN に正確に伝送されます。

AP1500 上のイーサネット ポートと 802.11a 間の QoS を統合する唯一の方法は、DSCP によってイーサネット パケットをタグ付けすることです。AP1500 は DSCP を含むイーサネット パケットを取得し、それを適切な 802.11e キューに格納します。

AP1500 では、DSCP 自体をタグ付けしません。

- AP1500 は、入力ポートで DSCP タグを確認し、イーサネット フレームをカプセル化して、対応する 802.11e 優先度を適用します。
- AP1500 は、出力ポートでイーサネット フレームのカプセル化を解除し、DSCP フィールドをそのままにして、そのフレームを回線上に配置します。

ビデオ カメラなどのイーサネット デバイスは、QoS を使用するために、DSCP 値でビットをマークする機能を持つ必要があります。

（注） QoS は、ネットワーク上で輻輳が発生したときにだけ関連します。

メッシュ ネットワークでの音声使用のガイドライン

メッシュ ネットワークで音声を使用する場合は、次のガイドラインに従います。

- 音声は、屋内メッシュ ネットワークだけでサポートされます。屋外の場合、音声は、メッシュ インフラストラクチャにおいてベストエフォート方式でサポートされます。

- 音声がメッシュ ネットワークで動作している場合、コールは3ホップ以上を通過してはいけません。音声で3ホップ以上を必要としないように、各セクターを設定する必要があります。
- 音声ネットワークの RF の考慮事項は次のとおりです。
  - 2 ～ 10 % のカバレッジ ホール
  - 15 ～ 20 % のセル カバレッジ オーバーラップ
  - 音声がデータ要件より 15 dB 以上高い RSSI 値および SNR 値を必要とする
  - すべてのデータ レートの -67 dBm の RSSI が 11b/g/n および 11a/n の目標である
  - AP に接続するクライアントにより使用されるデータ レートの SNR は 25 dB である必要がある
  - パケット エラー レートの値が 1 % 以下の値になるように設定する必要がある
  - 最小使用率のチャネル（CU）を使用する必要がある
- [802.11a/n/ac] または [802.11b/g/n] > [Global] パラメータ ページで、次のことを行う必要があります。
  - Dynamic Transmit Power Control（DTPC）を有効にする
  - 11 Mbps 未満のすべてのデータ レートを無効にする
- [802.11a/n/ac] または [802.11b/g/n] > [Voice] パラメータ ページで、次のことを行う必要があります。
  - Load-based CAC を無効にする
  - WMM が有効な CCXv4 または v5 クライアントに対してアドミッション コントロール（ACM）を有効にする。そうしない場合、帯域幅ベースの CAC は適切に動作しません。
  - 最大 RF 帯域幅を 50 % に設定する
  - 予約済みローミング帯域幅を 6 % に設定する
  - トラフィック ストリーム メトリックを有効にする
- [802.11a/n/ac] または [802.11b/g/n] > [EDCA] パラメータ ページで、次のことを行う必要があります。
  - インターフェイスの EDCA プロファイルを [Voice Optimized] に設定する
  - 低遅延 MAC を無効にする
- [QoS > *Profile*] ページで、次の手順を実行する必要があります。
  - 音声プロファイルを作成して有線 QoS プロトコル タイプとして 802.1Q を選択する

- [WLANs > *Edit* > *QoS*] ページで、次の手順を実行する必要があります。
  - バックホールの QoS として [Platinum]（音声）および [Gold]（ビデオ）を選択する
  - WMM ポリシーとして [Allowed] を選択する
- [WLANs > *Edit* > *QoS*] ページで、次の手順を実行する必要があります。
  - 高速ローミングをサポートする場合、認可（*auth*）キー管理（*mgmt*）で [CCKM] を選択します。
- [x > *y*] ページで、次の手順を実行する必要があります。
  - Voice Active Detection（VAD）を無効にする

ビデオのメッシュ マルチキャスト抑制の有効化

コントローラ CLI を使用して 3 種類のメッシュ マルチキャスト モードを設定し、すべてのメッシュ アクセス ポイントでビデオ カメラ ブロードキャストを管理できます。有効になっている場合、これらのモードは、メッシュ ネットワーク内の不要なマルチキャスト送信を減少させ、バックホール帯域幅を節約します。

メッシュ マルチキャスト モードは、ブリッジング対応アクセス ポイント MAP および RAP が、メッシュ ネットワーク内のイーサネット LAN 間でマルチキャストを送信する方法を決定します。メッシュ マルチキャスト モードは非 CAPWAP マルチキャスト トラフィックのみを管理します。CAPWAP マルチキャスト トラフィックは異なるメカニズムで管理されます。

次の 3 つのメッシュ マルチキャスト モードがあります。

- **regular モード**：データは、ブリッジ対応の RAP および MAP によってメッシュ ネットワーク全体とすべてのセグメントにマルチキャストされます。
- **in-only モード**：MAP がイーサネットから受信するマルチキャスト パケットは RAP のイーサネット ネットワークに転送されます。追加の転送は行われず、これにより、RAP によって受信された CAPWAP 以外のマルチキャストはメッシュ ネットワーク内の MAP イーサネット ネットワーク（それらの発信ポイント）に返送されず、MAP から MAP へのマルチキャストはフィルタされるため発生しません。

  （注） HSRP 設定がメッシュ ネットワークで動作中の場合は、in-out マルチキャスト モードを設定することをお勧めします。

- **in-out モード**：RAP と MAP は別々の方法でマルチキャストを行います。
  - in-out モードはデフォルトのモードです。
  - マルチキャスト パケットが、イーサネット経由で MAP で受信されると、それらは RAP に送信されますが、イーサネット経由で他の MAP に送信されず、MAP から MAP へのパケットは、マルチキャストからフィルタされます。

- マルチキャスト パケットがイーサネット経由で RAP で受信された場合、すべての MAP およびその個々のイーサネットワークに送信されます。in-out モードで動作中の場合、1 台の RAP によって送信されるマルチキャストを同じイーサネット セグメント上の別の RAP が受信してネットワークに送り戻さないよう、ネットワークを適切に分割する必要があります。

（注） 802.11b クライアントが CAPWAP マルチキャストを受信する必要がある場合、マルチキャストをメッシュ ネットワーク上だけでなく、コントローラ上でグローバルに有効にする必要があります（**config network multicast global enable** CLI コマンドを使用）。マルチキャストをメッシュ ネットワーク外の 802.11b クライアントに伝送する必要がない場合、グローバルなマルチキャスト パラメータを無効にする必要があります（**config network multicast global disable** CLI コマンドを使用）。

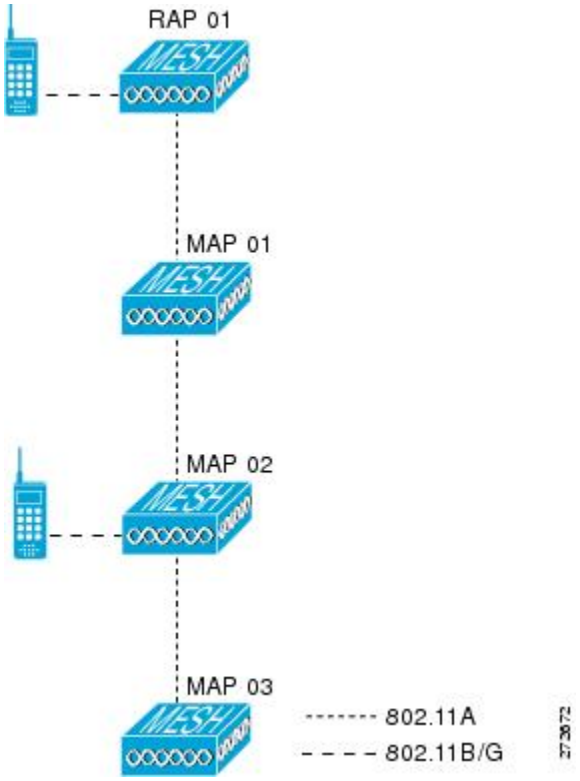
（注） AP1540/1560 は、リリース 8.5 および 8.6 で「in-out」モードのみをサポートします。その他のすべてのモードは将来のリリースでサポートされる予定です。

```
(WLAN1) >config network multicast global enable
(WLAN1) >config mesh multicast ?
 in-only        Configure Mesh Multicast In Mode.
 in-out         Configure Mesh Multicast In-Out Mode.
 regular        Configure Mesh Multicast Regular Mode.
(WLAN1) >config mesh multicast in-out
```

メッシュ ネットワークの音声詳細の表示（CLI）

この項のコマンドを使用して、メッシュ ネットワークの音声およびビデオ コールの詳細を表示します。

図 *51 :* メッシュ ネットワークの例



- 各 RAP での音声コールの合計数と音声コールに使用された帯域幅を表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh cac summary

  以下に類似した情報が表示されます。

```
AP Name          Slot#   Radio  BW Used/Max  Calls
------------    -------  -----  -----------  -----
SB_RAP1              0   11b/g     0/23437    0
                     1   11a       0/23437    2
SB_MAP1              0   11b/g     0/23437    0
                     1   11a       0/23437    0
SB_MAP2              0   11b/g     0/23437    0
                     1   11a       0/23437    0
SB_MAP3              0   11b/g     0/23437    0
                     1   11a      0/23437    0?
```

- ネットワークのメッシュ ツリー トポロジおよび各メッシュ アクセス ポイントと radio の音声コールとビデオ リンクの帯域幅使用率（使用/最大）を表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh cac bwused {**voice** | **video**} *AP_name*

  以下に類似した情報が表示されます。

```
AP Name       Slot#    Radio      BW Used/Max
```

```
------------- -------  -----      -----------
SB_RAP1         0      11b/g       1016/23437
                1      11a         3048/23437
|SB_MAP1        0      11b/g       0/23437
                1      11a         3048/23437
||  SB_MAP2     0      11b/g       2032/23437
                1      11a         3048/23437
||| SB_MAP3     0      11b/g       0/23437
                1      11a         0/23437
```

（注） [AP Name] フィールドの左側の縦棒（|）は、MAP のその RAP からのホップ数を示します。

（注） radio タイプが同じ場合、各ホップでのバックホール帯域幅使用率（bw 使用/最大）は同じです。たとえば、メッシュ アクセス ポイント *map1*、*map2*、*map3*、および *rap1* はすべて同じ radio バックホール（802.11a）上にあるので、同じ帯域幅（3048）を使用しています。コールはすべて同じ干渉ドメインにあります。そのドメインのどの場所から発信されたコールも、他のコールに影響を与えます。

- ネットワークのメッシュ ツリー トポロジを表示し、メッシュ アクセス ポイント radio によって処理中の音声コール数を表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh cac access *AP_name*

```
Information similar to the following appears:

AP Name             Slot#   Radio     Calls
-------------      -------  -----    -----
SB_RAP1              0      11b/g      0
                     1      11a        0
|   SB_MAP1          0      11b/g      0
                     1      11a        0
||  SB_MAP2          0      11b/g      1
                     1      11a        0
||| SB_MAP3          0      11b/g      0
                     1      11a        0
```

（注） メッシュ アクセス ポイント radio で受信された各コールによって、該当のコール サマリー コラムが 1 つずつ増加します。たとえば、map2 の 802.11b/g がコールを受信すると、802.11b/gの *calls* コラムにある既存の値が 1 増加します。上記の例では、map2 の 802.11b/g でアクティブなコールは、新しいコールだけです。1 つのコールがアクティブで、新しいコールが受信されると、値は 2 になります。

- ネットワークのメッシュ ツリートポロジを表示し、動作中の音声コールを表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh cac callpath *AP_name*

```
Information similar to the following appears:

AP Name             Slot#   Radio     Calls
-------------      -------  -----    -----
SB_RAP1              0      11b/g      0
                     1      11a        1
|   SB_MAP1          0      11b/g      0
                     1      11a        1
||  SB_MAP2          0      11b/g      1
                     1      11a        1
||| SB_MAP3          0      11b/g      0
                     1      11a        0
```

（注） コール パス内にある各メッシュ アクセス ポイント radio の *Calls* コラムは 1 ずつ増加します。たとえば、map2（**show mesh cac call path** *SB_MAP2*）で発信され、map1 を経由して rap1 で終端するコールの場合、1 件のコールが map2 802.11b/g と 802.11a の *calls* コラムに加わり、1 件のコールが map1 802.11a radio バックホールの *calls* コラムに加わり、1 件のコールが rap1 802.11a radio バックホールの *calls* コラムに加わります。

- ネットワークのメッシュ ツリートポロジ、帯域幅の不足のためメッシュ アクセス ポイント無線で拒否される音声コール、拒否が発生した対応するメッシュ アクセス ポイント radio を表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh cac rejected *AP_name*

  以下に類似した情報が表示されます。

```
AP Name             Slot#   Radio     Calls
-------------      -------  -----    -----
SB_RAP1              0      11b/g      0
                     1      11a        0
|   SB_MAP1          0      11b/g      0
                     1      11a        0
||  SB_MAP2          0      11b/g      1
                     1      11a        0
||| SB_MAP3          0      11b/g      0
                     1      11a        0
```

（注） コールが map2 802.11b/g で拒否された場合、*calls* コラムは 1 ずつ増加します。

- 指定のアクセス ポイントでアクティブな Bronze、Silver、Gold、Platinum、および管理キューの数を表示するには、次のコマンドを入力します。各キューのピークおよび平均長と、オーバーフロー数が表示されます。

  show mesh queue-stats *AP_name*

  以下に類似した情報が表示されます。

```
Queue Type  Overflows  Peak length  Average length
 ----------  ---------  -----------  --------------
 Silver      0          1            0.000
 Gold        0          4            0.004
 Platinum    0          4            0.001
 Bronze      0          0            0.000
 Management  0          0            0.000
```

  Overflows：キュー オーバーフローによって破棄されたパケットの総数。

  Peak Length：定義された統計期間中にキューで待機していたパケットの最大数。

  Average Length：定義された統計期間中にキューで待機していたパケットの平均数。

メッシュ ネットワークにおけるマルチキャストの有効化（CLI）

（注）
- Cisco Aironet 1540 および 1560 シリーズの屋外アクセス ポイントは in-out モードのみサポートします。
- Cisco Aironet 1530、1550、および 1570 シリーズの屋外アクセス ポイントはすべてのモードをサポートします。

手順

- メッシュ ネットワークでマルチキャスト モードを有効にしてメッシュ ネットワーク外からのマルチキャストを受信するには、次のコマンドを入力します。

  config network multicast global enable

  config mesh multicast {**regular** | **in-only** | **in-out**}

- メッシュ ネットワークのみでマルチキャスト モードを有効にする（マルチキャストはメッシュ ネットワーク外の 802.11b クライアントに伝送する必要がない）には、次のコマンドを入力します。

  config network multicast global disable

  config mesh multicast {**regular** | **in-only** | **in-out**}

（注） コントローラ GUI を使用してメッシュ ネットワークのマルチキャストを有効にすることはできません。

IGMP スヌーピング

IGMP スヌーピングを使用すると、特別なマルチキャスト転送により、RF 使用率が向上し、音声およびビデオ アプリケーションでのパケット転送が最適化されます。

メッシュ アクセス ポイントは、クライアントがマルチキャスト グループに登録しているメッシュ アクセス ポイントに接続している場合にだけ、マルチキャスト パケットを伝送します。そのため、IGMP スヌーピングが有効な場合、指定したホストに関連するマルチキャスト トラフィックだけが転送されます。

コントローラ上で IGMP スヌーピングを有効にするには、次のコマンドを入力します。

configure network multicast igmp snooping enable

クライアントは、メッシュ アクセス ポイントを経由してコントローラに転送される IGMP *join* を送信します。コントローラは、*join* を傍受し、マルチキャスト グループ内のクライアントのテーブル エントリを作成します。次にコントローラはアップストリーム スイッチまたはルータを経由して、IGMP *join* をプロキシします。

次のコマンドを入力して、ルータで IGMP グループのステータスをクエリーできます。

```
router# show ip gmp groups
IGMP Connected Group Membership

Group Address    Interface   Uptime  Expires    Last Reporter
233.0.0.1        Vlan119     3w1d    00:01:52   10.1.1.130
```

レイヤ 3 ローミングの場合、IGMP クエリーはクライアントの WLAN に送信されます。コントローラはクライアントの応答を転送する前に変更し、ソース IP アドレスをコントローラの動的インターフェイス IP アドレスに変更します。

ネットワークは、コントローラのマルチキャスト グループの要求をリッスンし、マルチキャストを新しいコントローラに転送します。

音声の詳細については、次のマニュアルを参照してください。

- 『*Video Surveillance over Mesh Deployment Guide*』： http://www.cisco.com/en/US/tech/tk722/tk809/technologies_tech_note09186a0080b02511.shtml
- 『*Cisco Unified Wireless Network Solution: VideoStream Deployment Guide*』： http://www.cisco.com/en/US/products/ps10315/products_tech_note09186a0080b6e11e.shtml

メッシュ AP のローカルで有効な証明書

7.0 リリースまでは、メッシュ AP は、コントローラを認証したり、コントローラに join するためにコントローラにより認証を受けたりするために、製造元がインストールした証明書（MIC）しかサポートしていませんでした。CA の制御、ポリシーの定義、有効な期間の定義、生成された証明書の制限および使用方法の定義、および AP とコントローラでインストールされたこれらの証明書の取得を行うために、独自の公開鍵インフラストラクチャ（PKI）を用意する必要がある場合がありました。これらのユーザ生成証明書またはローカルで有効な証明書

（LSC）が AP とコントローラにある場合、デバイスはこれらの LSC を使用して join、認証、およびセッション キーの派生を行います。5.2 リリース以降では通常の AP がサポートされ、7.0 リリース以降ではメッシュ AP もサポートされるようになりました。

- AP が LSC 証明書を使用してコントローラに join できない場合の MIC へのグレースフル フォールバック：ローカル AP は、コントローラで設定された回数（デフォルト値は 3）、コントローラに join しようとします。これらの試行後に、AP は LSC を削除し、MIC を使用してコントローラに join しようとします。

  メッシュ AP は、孤立タイマーが切れ、AP がリブートされるまで LSC を使用してコントローラに join しようとします。孤立タイマーは 40 分に設定されます。リブート後に、AP は MIC を使用してコントローラに join しようとします。40 分後に AP が MIC を使用して再びコントローラに join できない場合は、AP がリブートされ、LSC を使用してコントローラに join しようとします。

  （注） メッシュ AP の LSC は削除されません。LSC は、コントローラで無効な場合にのみメッシュ AP で削除され、その結果、AP がリブートされます。

- MAP の無線プロビジョニング

設定のガイドライン

メッシュ AP に LSC を使用する場合は、次のガイドラインに従います。

- この機能により、AP からどの既存の証明書も削除されません。AP では LSC 証明書と MIC 証明書の両方を使用できます。
- AP が LSC を使用してプロビジョニングされると、AP は起動時に MIC 証明書を読み取りません。LSC から MIC に変更するには、AP をリブートする必要があります。AP は、LSC を使用して join できない場合に、フォールバックのためにこの変更を行います。
- AP で LSC をプロビジョニングするために、AP で radio をオフにする必要はありません。このことは、無線でプロビジョニングを行うことができるメッシュ AP にとって重要です。
- メッシュ AP には dot1x 認証が必要なため、CA および ID 証明書をコントローラ内のサーバにインストールする必要があります。
- LSC プロビジョニングは、MAP の場合、イーサネットと OTA（無線）を介して実行できます。その場合は、イーサネットを介してコントローラにメッシュ AP を接続し、LSC 証明書をプロビジョニングする必要があります。LSC がデフォルトになると、AP は LSC 証明書を使用して無線でコントローラに接続できます。

メッシュ AP の LSC と通常の AP の LSC の違い

CAPWAP AP は、AP モードに関係なく、join 時に LSC を使用して DTLS のセットアップを行います。メッシュ AP でもメッシュ セキュリティに証明書が使用されます。これには、親 AP を介したコントローラの dot1x 認証が含まれます。LSC を使用してメッシュ AP がプロビジョニングされたら、この目的のために LSC を使用する必要があります。これは、MIC が読み込まれないためです。

メッシュ AP は、静的に設定された dot1x プロファイルを使用して認証します。

このプロファイルは、証明書の発行元として「cisco」を使用するようハードコーディングされています。このプロファイルは、メッシュ認証にベンダー証明書を使用できるよう設定可能にする必要があります（**config local-auth eap-profile cert-issuer vendor "prfMaP1500LlEAuth93"** コマンドを入力します）。

メッシュ AP の LSC を有効または無効にするには、**config mesh lsc enable/disable** コマンドを入力する必要があります。このコマンドを実行すると、すべてのメッシュ AP がリブートされます。

（注） 7.0 リリースでは、メッシュの LSC は、非常に限定された石油およびガス業界のお客様向けに提供されています。これは、隠し機能です。**config mesh lsc enable/disable** は隠しコマンドです。また、**config local-auth eap-profile cert-issuer vendor "prfMaP1500LlEAuth93"** コマンドは通常のコマンドですが、"prfMaP1500LlEAuth93" プロファイルは隠しプロファイルであり、コントローラに格納されず、コントローラのリブート後に失われます。

LSC AP での証明書検証プロセス

LSC でプロビジョニングされた AP には LSC 証明書と MIC 証明書の両方がありますが、LSC 証明書がデフォルトの証明書になります。検証プロセスは次の 2 つの手順から構成されます。

1. コントローラが AP に MIC デバイス証明書を送信し、AP が MIC CA を使用してその証明書を検証します。
2. AP は LSC デバイス証明書をコントローラに送信し、コントローラは LSC CA を使用してその証明書を検証します。

LSC 機能のための証明書の取得

LSC を設定するには、まず適切な証明書を収集してコントローラにインストールする必要があります。Microsoft 2003 Server を CA サーバとして使用して、この設定を行う手順を次に示します。

LSC の証明書を取得する手順は、次のとおりです。

ステップ 1 CA サーバ（http://<ip address of caserver/crtsrv）にアクセスしてログインします。

ステップ 2 次の手順で、CA 証明書を取得します。

a) [Download a CA certificate link, certificate chain, or CRF] をクリックします。
b) 暗号化方式に [DER] を選択します。
c) [Download CA certificate] リンクをクリックし、[Save] オプションを使用して、CA 証明書をローカル マシンにダウンロードします。

ステップ 3 コントローラで証明書を使用するには、ダウンロードした証明書を PEM 形式に変換します。次のコマンドを使用して、Linux マシンでこれを変換することができます。

openssl x509 -in <input.cer> -inform DER -out <output.cer> -outform PEM

ステップ 4 次の手順で、コントローラに CA 証明書を設定します。

a) [COMMANDS] > [Download File] を選択します。
b) [File Type] ドロップダウン リストから、ファイル タイプ [Vendor CA Certificate] を選択します。
c) 証明書が保存されている TFTP サーバの情報を使用して、残りのフィールドを更新します。
d) [Download] をクリックします。

ステップ 5 WLC にデバイス証明書をインストールするには、手順 1 に従い CA サーバにログインして、次の手順を実行します。

a) [Request a certificate] リンクをクリックします。
b) [advanced certificate request] リンクをクリックします。
c) [Create and submit a request to this CA] リンクをクリックします。
d) 次の画面に移動し、[Certificate Template] ドロップダウン リストから [Server Authentication Certificate] を選択します。
e) 有効な名前、電子メール、会社、部門、市、州、および国/地域を入力します。（CAP 方式を使用して、ユーザ クレデンシャルのデータベースでユーザ名を確認する場合は忘れないでください）。

（注） 電子メールは使用されません。

f) [Mark keys as exportable] を有効にします。
g) [Submit] をクリックします。`
h) ラップトップに証明書をインストールします。

ステップ 6 ステップ 5 で取得したデバイス証明書を変換します。証明書を取得するには、インターネット ブラウザのオプションを使用して、ファイルにエクスポートします。使用しているブラウザのオプションに従い、実行します。ここで設定するパスワードは覚えておく必要があります。

証明書を変換するには、Linux マシンで次のコマンドを使用します。

openssl pkcs12 -in <input.pfx> -out <output.cer>

ステップ 7 コントローラの GUI で、[Command] > [Download File] を選択します。[File Type] ドロップダウン リストから [Vendor Device Certificate] を選択します。証明書が保存されている TFTP サーバの情報および前の手順で設定したパスワードを使用して残りのフィールドを更新し、[Download] をクリックします。

ステップ 8 コントローラをリブートして、証明書が使用できるようにします。

ステップ 9 次のコマンドを使用して、コントローラに証明書が正常にインストールされていることを確認できます。

show local-auth certificates

ローカルで有効な証明書（CLI）の設定

ローカルで有効な証明書（LSC）を設定するには、次の手順に従ってください。

ステップ 1 LSC を有効にし、コントローラで LSC CA 証明書をプロビジョニングします。

ステップ 2 次のコマンドを入力します。

config local-auth eap-profile cert-issuer vendor *prfMaP1500LlEAuth93*

ステップ 3 次のコマンドを入力して、機能をオンにします。

config mesh lsc {**enable** | **disable**}

ステップ 4 イーサネットを介してメッシュ AP に接続し、LSC 証明書のためにプロビジョニングします。

ステップ 5 メッシュ AP で証明書を取得し、LSC 証明書を使用してコントローラに join します。

図 *52 :* ローカルで有効な証明書ページ

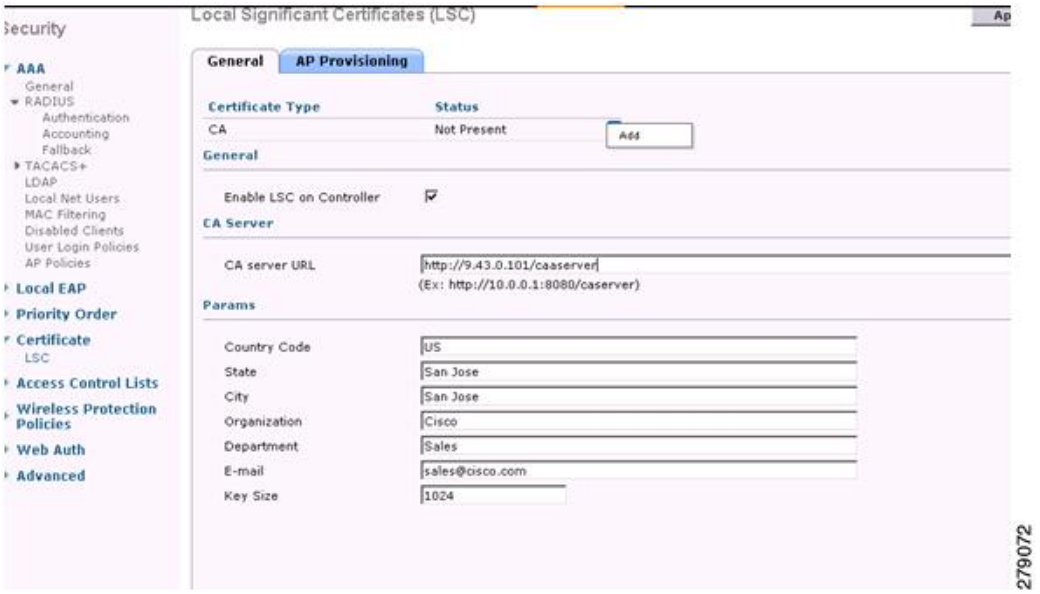


図 *53 : AP* ポリシーの設定

LSC 関連のコマンド

LSC に関連するコマンドは次のとおりです。

- **config certificate lsc** {**enable** | **disable**}
  - **enable**：システムで LSC を有効にします。
  - **disable**：システムで LSC を無効にします。LSC デバイス証明書を削除する場合や、AP にメッセージを送信して LSC デバイス証明書を削除し、LSC を無効にする場合は、このキーワードを使用します。その結果、以降の join を MIC/SSC を使用して行えるようになります。MIC/SSC に切り替わっていない AP を使用できるようにするために、WLC での LSC CA 証明書の削除は、CLI を使用して明示的に行う必要があります。

- **config certificate lsc ca-server url-path** *ip-address*

  次に、Microsoft 2003 Server 使用時の URL の例を示します。

  http:<ip address of CA>/sertsrv/mscep/mscep.dll

  このコマンドは、証明書を取得するために CA サーバへの URL を設定します。URL には、ドメイン名または IP アドレスのいずれか、ポート番号（通常は 80）、および CGI-PATH が含まれます。

  http://ipaddr:port/cgi-path

  CA サーバは 1 つだけ設定できます。CA サーバは LSC をプロビジョニングするよう設定する必要があります。

- **config certificate lsc ca-server delete**

このコマンドは、コントローラで設定された CA サーバを削除します。

- **config certificate lsc ca-cert** {**add** | **delete**}

  このコマンドは、コントローラの CA 証明書データベースに対して LSC CA 証明書を次のように追加/削除します。

  - **add**：SSCEP getca 操作を使用して、設定された CA サーバで CA 証明書を問い合わせ、WLC にログインし、WLC データベースに証明書を永久的にインストールします。インストールされたら、この CA 証明書は AP から受信された LSC デバイス証明書を検証するために使用されます。
  - **delete**：WLC データベースから LSC CA 証明書を削除します。

- **config certificate lsc subject-params** *Country State City Orgn Dept Email*

  このコマンドは、コントローラと AP で作成およびインストールされるデバイス証明書のパラメータを設定します。

  これらすべての文字列は、最大3バイトを使用する国を除き64バイトです。Common Name は、イーサネット MAC アドレスを使用して自動的に生成されます。Common Name は、コントローラ デバイス証明書要求を作成する前に提供する必要があります。

  上記のパラメータは LWAPP ペイロードとして AP に送信されるため、AP はこれらのパラメータを使用して certReq を生成できます。CN は、現在の MIC/SSC の「Cxxxx-MacAddr」形式を使用して AP で自動的に生成されます。ここで、xxxx は製品番号です。

- **config certificate lsc other-params** *keysize*

  デフォルトのキーサイズ値は 2048 ビットです。

- **config certificate lsc ap-provision** {**enable** | **disable**}

  このコマンドは、AP が SSC/MIC を使用して join した場合に、AP で LSC のプロビジョニングを有効または無効にします。有効な場合は、join し、LSC があるすべての AP がプロビジョニングされます。

  無効な場合は、自動的なプロビジョニングが行われません。このコマンドは、LSC がすでにある AP に影響を与えます。

- **config certificate lsc ra-cert** {**add** | **delete**}

  このコマンドの使用は、CA サーバが Cisco IOS CA サーバである場合にお勧めします。コントローラで RA を使用して証明書要求を暗号化すれば、通信をセキュアにできます。RA 証明書は現在、MSFT などの他の外部 CA サーバによりサポートされていません。

  - **add**：SCEP オペレーションを使用して、設定された CA サーバで RA 証明書を照会し、その証明書をコントローラ データベースにインストールします。このキーワードは、CA により署名された certReq を取得するために使用されます。
  - **delete**：WLC データベースから LSC RA 証明書を削除します。

- **config auth-list ap-policy lsc** {**enable** | **disable**}

LSC の取得後に、AP はコントローラに join を試みます。AP がコントローラに join を試みるには、その前にコントローラ コンソールで次のコマンドを入力する必要があります。デフォルトでは、**config auth-list ap-policy lsc** コマンドは無効な状態にあり、AP は LSC を使用してコントローラに join できません。

- **config auth-list ap-policy mic** {**enable** | **disable**}

  MIC の取得後に、AP はコントローラに join を試みます。AP がコントローラに join を試みるには、その前にコントローラ コンソールで次のコマンドを入力する必要があります。デフォルトでは、**config auth-list ap-policy mic** コマンドは有効な状態にあります。AP が有効なため join できない場合は、コントローラ側に「LSC/MIC AP is not allowed to join」というログ メッセージが表示されます。

- **show certificate lsc summary**

  このコマンドは、WLC にインストールされた LSC 証明書を表示します。RA 証明書もすでにインストールされている場合は、CA 証明書、デバイス証明書、および RA 証明書（オプション）を表示します。また、LSC が有効であるか有効でないかも示されます。

- **show certificate lsc ap-provision**

  このコマンドは、AP のプロビジョニングのステータス、プロビジョニングが有効であるか無効であるか、プロビジョニング リストが存在するか存在しないかを表示します。

- **show certificate lsc ap-provision details**

  このコマンドは、AP プロビジョニング リストに存在する MAC アドレスのリストを表示します。

コントローラ GUI セキュリティ設定

この設定は機能に直接関連しませんが、LSC を使用してプロビジョニングされた AP で必要な設定をするのに役立つことがあります。

- ケース 1：ローカル MAC 認可とローカル EAP 認証

  RAP/MAP の MAC アドレスをコントローラの MAC フィルタ リストに追加します。

  例：

```
(Cisco Controller) > config macfilter mac-delimiter colon
(Cisco Controller) > config macfilter add 00:0b:85:60:92:30 0 management
```

- ケース 2：外部 MAC 認可とローカル EAP 認証

  WLC で次のコマンドを入力します。

```
(Cisco Controller) > config mesh security rad-mac-filter enable
```

  または

  GUI ページで外部 MAC フィルタ認可のみをオンにし、次のガイドラインに従います。

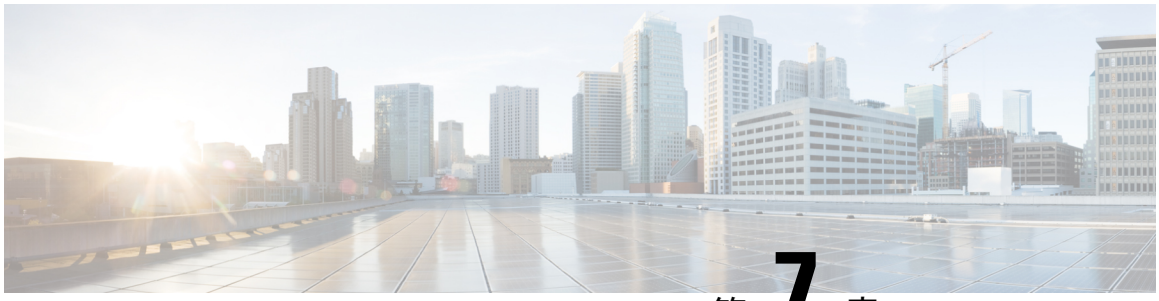
- RAP/MAP の MAC アドレスをコントローラの MAC フィルタ リストに追加しません。
- WLC で、外部 RADIUS サーバの詳細を設定します。
- WLC で、**config macfilter mac-delimiter colon** コマンド設定を入力します。
- 外部 RADIUS サーバで、RAP/MAP の MAC アドレスを次の形式で追加します。

  User name: 11:22:33:44:55:66 Password: 11:22:33:44:55:66

展開ガイドライン

- ローカル認証を使用する場合は、ベンダーの CA およびデバイス証明書を使用してコントローラにインストールされる必要があります。
- 外部 AAA サーバを使用する場合は、ベンダーの CA およびデバイス証明書を使用してコントローラにインストールされる必要があります。
- メッシュ セキュリティが証明書発行元として「vendor」を使用するよう設定する必要があります。
- MAP は、バックアップ コントローラにフォール バックするときに LSC から MIC に切り替わることができません。

メッシュ AP の LSC を有効または無効にするには、**config mesh lsc** {**enable** | **disable**} コマンドを入力する必要があります。このコマンドを実行すると、すべてのメッシュ AP がリブートされます。



第 7 章

ネットワークの状態の確認

この章では、メッシュ ネットワークの状態の確認方法について説明します。内容は次のとおりです。

- Show Mesh コマンド （191 ページ）
- メッシュ アクセス ポイントのメッシュ統計情報の表示 （198 ページ）
- メッシュ アクセス ポイントのネイバー統計情報の表示 （204 ページ）

Show Mesh コマンド

show mesh コマンドは、次の各項にグループ化されています。

- 一般的なメッシュ ネットワークの詳細の表示
- メッシュ アクセス ポイントの詳細の表示
- グローバル メッシュ パラメータ設定の表示
- ブリッジ グループ設定の表示
- VLAN タギング設定の表示
- DFS の詳細の表示
- セキュリティ設定と統計情報の表示
- GPS ステータスの表示

一般的なメッシュ ネットワークの詳細の表示

一般的なメッシュ ネットワークの詳細を表示するには、次のコマンドを入力します。

- **show mesh env** {**summary** | *AP_name*}：すべてのアクセス ポイント（概要）または特定のアクセス ポイント（AP_name）の温度、ヒーターのステータス、イーサネットのステータスを表示します。アクセス ポイント名、ロール（RootAP または MeshAP）、およびモデルも示されます。

- 温度は華氏と摂氏の両方で示されます。
- ヒーター ステータスは ON または OFF です。
- イーサネット ステータスは UP または DOWN です。

（注） バッテリ ステータスはアクセス ポイントに対して提供されていないため、**show mesh env** *AP_name* ステータス表示に N/A（該当なし）と表示されます。

```
(Cisco Controller) > show mesh env summary

AP Name            Temperature(C/F)  Heater  Ethernet  Battery
-----------------  ----------------  ------  --------  -------
SB_RAP1              39/102           OFF     UpDnNANA  N/A
SB_MAP1              37/98            OFF     DnDnNANA  N/A
SB_MAP2              42/107           OFF     DnDnNANA  N/A
SB_MAP3              36/96            OFF     DnDnNANA  N/A

(Cisco Controller > show mesh env SB_RAP1
AP Name..................................... SB_RAP1
AP Model.....................................
AIR-LAP1522AG-A-K9
AP Role..................................... RootAP

Temperature................................. 39 C, 102
F
Heater...................................... OFF
Backhaul.....................................
GigabitEthernet0
GigabitEthernet0 Status..................... UP
    Duplex.................................. FULL
    Speed................................... 100
    Rx Unicast Packets...................... 988175
    Rx Non-Unicast Packets.................. 8563
    Tx Unicast Packets...................... 106420
    Tx Non-Unicast Packets.................. 17122
GigabitEthernet1 Status..................... DOWN
POE Out..................................... OFF
Battery..................................... N/A
```

- **show mesh ap summary**：外部認証のユーザ名を割り当てるために使用できる AP 証明書内の MAC アドレスを示す CERT MAC フィールドを表示するように改訂されました。

```
(Cisco Controller) > show mesh ap summary
AP Name AP Model           BVI MAC            CERT MAC          Hop Bridge Group
Name
------- ---------------    -----------------  ----------------- ---- ----------------
R1      LAP1520            00:0b:85:63:8a:10  00:0b:85:63:8a:10 0    y1
R2      LAP1520            00:0b:85:7b:c1:e0  00:0b:85:7b:c1:e0 1    y1
H2      AIR-LAP1522AG-A-K9 00:1a:a2:ff:f9:00  00:1b:d4:a6:f4:60 1
Number of Mesh APs.............................. 3
Number of RAP................................... 2
Number of MAP................................... 1
```

- **show mesh path**：MAC アドレス、アクセス ポイントのロール、アップリンクとダウンリンクの SNR 率（dBs）（SNRUp、SNRDown）、および特定のパスのリンク SNR を表示します。

```
(Cisco Controller) > show mesh path mesh-45-rap1
AP Name/Radio Mac Channel Snr-Up Snr-Down Link-Snr Flags State
----------------- ------- ------ -------- -------- ------ -------
mesh-45-rap1      165     15     18       16       0x86b UPDATED NEIGH PARENT BEACON
mesh-45-rap1 is a Root AP.
```

- **show mesh neighbor summary**：メッシュ ネイバーに関するサマリー情報を表示します。ネイバー情報にはMACアドレス、親子関係、およびアップリンクとダウンリンク（SNRUp、SNRDown）が含まれます。

```
(Cisco Controller) > show mesh neighbor summary ap1500:62:39:70
AP Name/Radio Mac Channel Snr-Up Snr-Down Link-Snr Flags  State
mesh-45-rap1      165     15     18       16       0x86b  UPDATED NEIGH PARENT BEACON
00:0B:85:80:ED:D0 149     5      6        5        0x1a60 NEED UPDATE BEACON DEFAULT
00:17:94:FE:C3:5F 149     7      0        0        0x860  BEACON
```

（注） 上記の **show mesh** コマンドを確認したら、ネットワークのノード間の関係を表示して、各リンクの SNR 値を表示することで RF 接続を確認できます。

- **show mesh ap tree**：ツリー構造（階層）内のメッシュ アクセス ポイントを表示します。

```
(Cisco Controller) > show mesh ap tree
R1(0,y1)
|-R2(1,y1)
|-R6(2,y1)
|-H2(1,default)
Number of Mesh APs.............................. 4
Number of RAP................................... 1
Number of MAP................................... 3
```

メッシュ アクセス ポイントの詳細の表示

メッシュ アクセス ポイントの設定を表示するには、次のコマンドを入力します。

- **show ap config general** *Cisco_AP*：メッシュ アクセス ポイントのシステム仕様を表示します。

```
(Cisco Controller) > show ap config general aps
Cisco AP Identifier............................. 1
Cisco AP Name................................... AP5
Country code.................................... US  - United States
Regulatory Domain allowed by Country.............. 802.11bg:-AB    802.11a:-AB
AP Country code................................. US  - United States
AP Regulatory Domain............................ 802.11bg:-A    802.11a:-N
```

```
Switch Port Number ............................. 1
MAC Address..................................... 00:13:80:60:48:3e
IP Address Configuration........................ DHCP
IP Address...................................... 1.100.163.133
...
Primary Cisco Switch Name....................... 1-4404
Primary Cisco Switch IP Address................. 2.2.2.2
Secondary Cisco Switch Name..................... 1-4404
Secondary Cisco Switch IP Address............... 2.2.2.2
Tertiary Cisco Switch Name...................... 2-4404
Tertiary Cisco Switch IP Address................ 1.1.1.4
```

- **show mesh astools stats** [*Cisco_AP*]：すべての屋外メッシュ アクセス ポイントまたは特定のメッシュ アクセス ポイントのストランディング防止統計情報を表示します。

```
(Cisco Controller) > show mesh astools stats

Total No of Aps stranded : 0
> (Cisco Controller) > show mesh astools stats sb_map1

Total No of Aps stranded : 0
```

- **show advanced backup-controller**：設定されているプライマリおよびセカンダリのバックアップ コントローラを表示します。

```
(Cisco Controller) > show advanced backup-controller
AP primary Backup Controller ................... controller1 10.10.10.10
AP secondary Backup Controller ................ 0.0.0.0
```

- **show advanced timer**：システム タイマーの設定を表示します。

```
(Cisco Controller) > show advanced timer
Authentication Response Timeout (seconds)........ 10
Rogue Entry Timeout (seconds)................... 1300
AP Heart Beat Timeout (seconds)................. 30
AP Discovery Timeout (seconds).................. 10
AP Primary Discovery Timeout (seconds)........... 120
```

- **show ap slots**：メッシュ アクセス ポイントのスロット情報を表示します。

```
(Cisco Controller) > show ap slots
Number of APs................................... 3
AP Name Slots AP Model            Slot0    Slot1   Slot2    Slot3
------------------------------  ------  -------  ------   ------
R1       2    LAP1520            802.11A  802.11BG
H1       3    AIR-LAP1521AG-A-K9 802.11BG 802.11A  802.11A
H2       4    AIR-LAP1521AG-A-K9 802.11BG 802.11A  802.11A 802.11BG
```

グローバル メッシュ パラメータ設定の表示

次のコマンドを使用して、グローバル メッシュ設定についての情報を取得します。

- **show mesh config**：グローバル メッシュ設定を表示します。

```
(Cisco Controller) > show mesh config
Mesh Range..................................... 12000
Backhaul with client access status.............. disabled
Background Scanning State...................... enabled
Mesh Security
Security Mode.................................. EAP
External-Auth.................................. disabled
Use MAC Filter in External AAA server......... disabled
Force External Authentication.................. disabled
Mesh Alarm Criteria
Max Hop Count.................................. 4
Recommended Max Children for MAP.............. 10
Recommended Max Children for RAP.............. 20
Low Link SNR................................... 12
High Link SNR.................................. 60
Max Association Number......................... 10
Association Interval........................... 60 minutes
Parent Change Numbers.......................... 3
Parent Change Interval......................... 60 minutes
Mesh Multicast Mode............................ In-Out
Mesh Full Sector DFS........................... enabled
Mesh Ethernet Bridging VLAN Transparent Mode..... enabled
```

ブリッジ グループ設定の表示

ブリッジ グループ設定を表示するには、次のコマンドを入力します。

- **show mesh forwarding table**：設定されたすべてのブリッジと MAC テーブルのエントリを表示します。
- **show mesh forwarding interfaces**：ブリッジ グループと各ブリッジ グループ内のインターフェイスを表示します。このコマンドは、ブリッジ グループ メンバーシップのトラブルシューティングに役立ちます。

VLAN タギング設定の表示

VLAN タギング設定を表示するには、次のコマンドを入力します。

- **show mesh forwarding VLAN mode**：設定されている VLAN トランスペアレント モード（有効または無効）を表示します。
- **show mesh forwarding VLAN statistics**：VLAN の統計情報とパスを表示します。
- **show mesh forwarding vlans**：サポートされる VLAN を表示します。
- **show mesh ethernet VLAN statistics**：イーサネット インターフェイスの統計情報を表示します。

DFS の詳細の表示

DFS の詳細を表示するには、次のコマンドを入力します。

- **show mesh dfs history**：チャネル別のレーダー検出と停止の結果の履歴を表示します。

```
(Cisco Controller) > show mesh dfs history
ap1520#show mesh dfs history
Channel 100 detects radar and is unusable (Time Elapsed: 18 day(s), 22 hour(s), 10
minute(s), 24 second(s)).
Channel is set to 136 (Time Elapsed: 18 day(s), 22 hour(s), 10 minute(s), 24
second(s)).
Channel 136 detects radar and is unusable (Time Elapsed: 18 day(s), 22 hour(s), 9
minute(s), 14 second(s)).
Channel is set to 161 (Time Elapsed: 18 day(s), 22 hour(s), 9 minute(s), 14 second(s)).
Channel 100 becomes usable (Time Elapsed: 18 day(s), 21 hour(s), 40 minute(s), 24
second(s)).
Channel 136 becomes usable (Time Elapsed: 18 day(s), 21 hour(s), 39 minute(s), 14
second(s)).
Channel 64 detects radar and is unusable (Time Elapsed: 0 day(s), 1 hour(s), 20
minute(s), 52 second(s)).
Channel 104 detects radar and is unusable (Time Elapsed: 0 day(s), 0 hour(s), 47
minute(s), 6 second(s)).
Channel is set to 120 (Time Elapsed: 0 day(s), 0 hour(s), 47 minute(s), 6 second(s)).
```

- **show mesh dfs channel** *channel number*：指定したチャネルのレーダー検出と停止の履歴を表示します。

```
(Cisco Controller) > show mesh dfs channel 104
ap1520#show mesh dfs channel 104
Channel 104 is available
Time elapsed since radar last detected: 0 day(s), 0 hour(s), 48 minute(s), 11
second(s).
```

セキュリティ設定と統計情報の表示

セキュリティ設定と統計情報を表示するには、次のコマンドを入力します。

- **show mesh security-stats** *AP_name*：特定アクセス ポイントとその子のパケット エラー統計情報と、アソシエーション、認証、再アソシエーション、再認証についての失敗、タイムアウト、および成功のカウントを表示します。

```
(Cisco Controller) > show mesh security-stats ap417

AP MAC : 00:0B:85:5F:FA:F0
Packet/Error Statistics:
----------------------------
Tx Packets 14, Rx Packets 19, Rx Error Packets 0
Parent-Side Statistics:
-------------------------
Unknown Association Requests 0
Invalid Association Requests 0
Unknown Re-Authentication Requests 0
Invalid Re-Authentication Requests 0
Unknown Re-Association Requests 0
```

```
Invalid Re-Association Requests 0
Unknown Re-Association Requests 0
Invalid Re-Association Requests 0
Child-Side Statistics:
-------------------------
Association Failures 0
Association Timeouts 0
Association Successes 0
Authentication Failures 0
Authentication Timeouts 0
Authentication Successes 0
Re-Association Failures 0
Re-Association Timeouts 0
Re-Association Successes 0
Re-Authentication Failures 0
Re-Authentication Timeouts 0
Re-Authentication Successes 0
```

GPS ステータスの表示

手順

- すべての AP の場所の概要を表示するには、次のコマンドを入力します。

  show ap gps location summary

```
(Site5_AMC_02) >show ap gps location summary

AP Name             GPS Present   Latitude        Longitude       Altitude        
location Age
------------------  -----------   ------------    -------------   -------------
------------------------
SJC24-RAP-EAST      NO            N/A             N/A             N/A             
SJC21-RAP-NORTH     NO            N/A             N/A             N/A             
SJC21-RAP-SOUTH     NO            N/A             N/A             N/A             
Site5_21-17         NO            N/A             N/A             N/A             
SJC22-ROOF-MAP      NO            N/A             N/A             N/A             
Site5_21-28         NO            N/A             N/A             N/A             
SJC-24-RAP-WEST     YES           37.42034194     -121.91973098   25.10  meters   
days, 00 h 00 m 19 s
Site5_24-02         YES           37.41970399     -121.92051996   10.00  meters   
days, 00 h 00 m 12 s
Site5_22-30         NO            N/A             N/A             N/A             
Site5_23-200        NO            N/A             N/A             N/A             
Site5_25-18         NO            N/A             N/A             N/A             
Site5_22-15         NO            N/A             N/A             N/A             
Site5_25-05         NO            N/A             N/A             N/A             
```

- すべてのメッシュ AP の場所の概要を表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh gps location summary

- 次のコマンドを入力して、特定のメッシュ AP の場所情報を表示します。

  show mesh gps location *ap-name*

メッシュ アクセス ポイントのメッシュ統計情報の表示

この項では、コントローラの GUI または CLI を使用して、特定のメッシュ アクセス ポイントのメッシュ統計情報を表示する方法について説明します。

（注） コントローラの GUI の [All APs > Details] ページでは、統計情報タイマー間隔の設定を変更できます。

メッシュ アクセス ポイントのメッシュ統計情報の表示（GUI）

ステップ 1 [Wireless] > [Access Points] > [All APs] の順に選択して、[All APs] ページを開きます。

ステップ 2 特定のメッシュ アクセス ポイントの統計情報を表示するには、目的のメッシュ アクセス ポイントの青のドロップダウン矢印の上にカーソルを移動し、[Statistics] を選択します。選択したメッシュ アクセス ポイントの [All APs] > *AP Name* > [Statistics] ページが表示されます

このページには、メッシュ ネットワークでのメッシュ アクセス ポイントのロール、メッシュ アクセス ポイントが属するブリッジ グループの名前、アクセス ポイントが動作するバックホール インターフェイス、および物理スイッチ ポート数が表示されます。このメッシュ アクセス ポイントのさまざまなメッシュ統計情報も表示されます。

表 *14 :* メッシュ アクセス ポイントの統計情報

統計情報	パラメータ	説明
Mesh Node Stats	Malformed Neighbor Packets	ネイバーから受信した不正な形式のパケットの数。不正な形式のパケットの例には、不正な形式のショートDNSパケットや不正な形式のDNS応答といったトラフィックの悪意のあるフラッドがあります。
	Poor Neighbor SNR Reporting	信号対雑音比がバックホール リンクで 12 dB 未満になった回数。
	Excluded Packets	除外したネイバー メッシュ アクセス ポイントから受信したパケットの数。
	Insufficient Memory Reporting	メモリ不足になった状態の数。
	Rx Neighbor Requests	ネイバー メッシュ アクセス ポイントから受信したブロードキャストおよびユニキャストの要求数。
	Rx Neighbor Responses	ネイバー メッシュ アクセス ポイントから受信した応答数。
	Tx Neighbor Requests	ネイバー メッシュ アクセス ポイントに送信したブロードキャストおよびユニキャストの要求数。
	Tx Neighbor Responses	ネイバー メッシュ アクセス ポイントに送信した応答数。
	Parent Changes Count	メッシュ アクセス ポイント（子）が別の親に移動した回数。
	Neighbor Timeouts Count	ネイバー タイムアウト回数。

統計情報	パラメータ	説明
Queue Stats	Gold Queue	定義した統計期間に gold（ビデオ）キューで待機しているパケットの平均数と最大数。
	Silver Queue	定義された統計期間中に silver（ベストエフォート）キューで待機しているパケットの平均および最大数。
	Platinum Queue	定義した統計期間に platinum（音声）キューで待機しているパケットの平均数と最大数。
	Bronze Queue	定義した統計期間に bronze（バックグラウンド）キューで待機しているパケットの平均数と最大数。
	Management Queue	定義した統計期間に management キューで待機しているパケットの平均数と最大数。

統計情報	パラメータ	説明
Mesh Node Security Stats	Transmitted Packets	選択したメッシュアクセスポイントによってセキュリティ ネゴシエーション中に送信されたパケット数。
	Received Packets	選択したメッシュアクセスポイントによってセキュリティ ネゴシエーション中に受信されたパケット数。
	Association Request Failures	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間で発生したアソシエーション要求の失敗数。
	Association Request Timeouts	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間で発生したアソシエーション要求のタイムアウト回数。
	Association Requests Successful	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間で発生したアソシエーション要求の成功数。
	Authentication Request Failures	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間で発生した認証要求の失敗数。
	Authentication Request Timeouts	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間で発生した認証要求のタイムアウト回数。
	Authentication Requests Successful	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間の認証要求の成功数。
	Reassociation Request Failures	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間の再アソシエーション要求の失敗数。
	Reassociation Request Timeouts	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間の再アソシエーション要求のタイムアウト回数。
	Reassociation Requests Successful	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間の再アソシエーション要求の成功数。

統計情報	パラメータ	説明
	Reauthentication Request Failures	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間の再認証要求の失敗数。
	Reauthentication Request Timeouts	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間で発生した再認証要求のタイムアウト回数。
	Reauthentication Requests Successful	選択したメッシュアクセスポイントとその親の間で発生した再認証要求の成功数。
	Unknown Association Requests	親メッシュアクセスポイントが子から受信した不明なアソシエーション要求の数。不明なアソシエーション要求は、子が不明なネイバー メッシュ アクセス ポイントの場合によくみられます。
	Invalid Association Requests	親メッシュアクセスポイントが選択した子メッシュアクセスポイントから受信した無効なアソシエーション要求の数。この状況は、選択した子が有効なネイバーであるが、アソシエーションが許可される状態ではないときに発生することがあります。

統計情報	パラメータ	説明
Mesh Node Security Stats（続き）	Unknown Reauthentication Requests	親メッシュアクセスポイントが子から受信した不明な再認証要求の数。この状況は、子メッシュアクセスポイントが不明なネイバーであるときに発生することがあります。
	Invalid Reauthentication Requests	親メッシュアクセスポイントが子から受信した無効な再認証要求の数。この状況は、子が有効なネイバーであるが、再認証に適した状態でないときに発生することがあります。
	Unknown Reassociation Requests	親メッシュアクセスポイントが子から受信した不明な再アソシエーション要求の数。この状況は、子メッシュアクセスポイントが不明なネイバーであるときに発生することがあります。
	Invalid Reassociation Requests	親メッシュアクセスポイントが子から受信した無効な再アソシエーション要求の数。この状況は、子が有効なネイバーであるが、再アソシエーションに適した状態でないときに発生することがあります。

メッシュ アクセス ポイントのメッシュ統計情報の表示（CLI）

コントローラの CLI を使用して、特定のメッシュ アクセス ポイントのメッシュ統計情報を表示するには、次のコマンドを使用します。

- 特定のメッシュ アクセス ポイントのアソシエーションと認証、再アソシエーションと再認証に関して、失敗、タイムアウト、および成功の数などのパケットエラー統計情報を表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh security-stats *AP_name*

  以下に類似した情報が表示されます。

```
AP MAC : 00:0B:85:5F:FA:F0
Packet/Error Statistics:
```

```
-----------------------------
x Packets 14, Rx Packets 19, Rx Error Packets 0

Parent-Side Statistics:
-------------------------
Unknown Association Requests 0
Invalid Association Requests 0
Unknown Re-Authentication Requests 0
Invalid Re-Authentication Requests 0
Unknown Re-Association Requests 0
Invalid Re-Association Requests 0
Unknown Re-Association Requests 0
Invalid Re-Association Requests 0

Child-Side Statistics:
-------------------------
Association Failures 0
Association Timeouts 0
Association Successes 0
Authentication Failures 0
Authentication Timeouts 0
Authentication Successes 0
Re-Association Failures 0
Re-Association Timeouts 0
Re-Association Successes 0
Re-Authentication Failures 0
Re-Authentication Timeouts 0
Re-Authentication Successes 0
```

- キュー内のパケット数をキューのタイプ別に表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh queue-stats *AP_name*

  以下に類似した情報が表示されます。

```
Queue Type  Overflows  Peak length  Average length
 ----------  ---------  -----------  --------------
 Silver      0          1            0.000
 Gold        0          4            0.004
 Platinum    0          4            0.001
 Bronze      0          0            0.000
 Management  0          0            0.000
```

  Overflows：キュー オーバーフローによって破棄されたパケットの総数。

  Peak Length：定義された統計期間中にキューで待機していたパケットの最大数。

  Average Length：定義された統計期間中にキューで待機していたパケットの平均数。

メッシュ アクセス ポイントのネイバー統計情報の表示

この項では、コントローラの GUI または CLI を使用して、選択したメッシュ アクセス ポイントのネイバー統計情報を表示する方法について説明します。さらに、選択したメッシュ アクセス ポイントとその親とのリンク テストの実行方法についても説明します。

メッシュ アクセス ポイントのネイバー統計情報の表示（GUI）

ステップ 1 [Wireless] > [Access Points] > [All APs] の順に選択して、[All APs] ページを開きます。

ステップ 2 特定のメッシュ アクセス ポイントのネイバー統計情報を表示するには、目的のメッシュ アクセス ポイントの青のドロップダウン矢印の上にカーソルを移動し、[Neighbor Information] を選択します。選択されたメッシュ アクセス ポイントの [All APs > *Access Point Name* > Neighbor Info] ページが表示されます。

このページには、メッシュ アクセス ポイントの親、子、およびネイバーが表示されます。また、各メッシュ アクセス ポイントの名前と無線 MAC アドレスが表示されます。

ステップ 3 メッシュアクセスポイントとその親または子とのリンクテストを実行するには、以下の手順に従います。

a) 親または目的の子の青のドロップダウン矢印の上にカーソルを移動し、[LinkTest] を選択します。ポップアップ ウィンドウが表示されます。

b) [Submit] をクリックしてリンク テストを開始します。リンク テストの結果が [Mesh > LinkTest Results] ページに表示されます。

c) [Back] をクリックして、[All APs > *Access Point Name* > Neighbor Info] ページに戻ります。

ステップ 4 このページで任意のメッシュ アクセス ポイントの詳細を表示するには、次の手順を実行します。

a) 目的のメッシュ アクセス ポイントの青のドロップダウン矢印の上にカーソルを移動し、[Details] を選択します。[All APs > Access Point Name > Link Details > Neighbor Name] ページが表示されます。

b) [Back] をクリックして、[All APs > *Access Point Name* > Neighbor Info] ページに戻ります。

ステップ 5 このページで任意のメッシュ アクセス ポイントの統計情報を表示するには、次の手順を実行します。

a) 目的のメッシュ アクセス ポイントの青のドロップダウン矢印の上にカーソルを移動し、[Stats] を選択します。[All APs > Access Point Name > Mesh Neighbor Stats] ページが表示されます。

b) [Back] をクリックして、[All APs > *Access Point Name* > Neighbor Info] ページに戻ります。

メッシュ アクセス ポイントのネイバー統計情報の表示（CLI）

コントローラ CLI を使用して、特定のメッシュ アクセスポイントのネイバー統計情報を表示するには、次のコマンドを実行します。

- 特定のメッシュ アクセス ポイントのメッシュ ネイバーを表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh neigh {**detail** | **summary**} *AP_Name*

  概要の表示を指定すると、次のような情報が表示されます。

```
AP Name/Radio Mac   Channel Snr-Up Snr-Down Link-Snr Flags  State
-----------------  ------- ------ -------- -------- ------  -------
mesh-45-rap1       165     15     18       16       0x86b  UPDATED NEIGH PARENT
BEACON
00:0B:85:80:ED:D0  149      5      6       5       0x1a60  NEED UPDATE BEACON DEFAULT
00:17:94:FE:C3:5F  149    7      0        0      0x860      BEACON
```

- メッシュ アクセス ポイントとそのネイバーとのリンクのチャネルおよび Signal to Noise Ratio（SNR）を表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh path *AP_Name*

  以下に類似した情報が表示されます。

```
AP Name/Radio Mac  Channel Snr-Up Snr-Down Link-Snr Flags  State
-----------------  ------- ------ -------- -------- ------  -------
mesh-45-rap1       165     15     18       16       0x86b  UPDATED NEIGH PARENT
BEACON
mesh-45-rap1 is a Root AP.
```

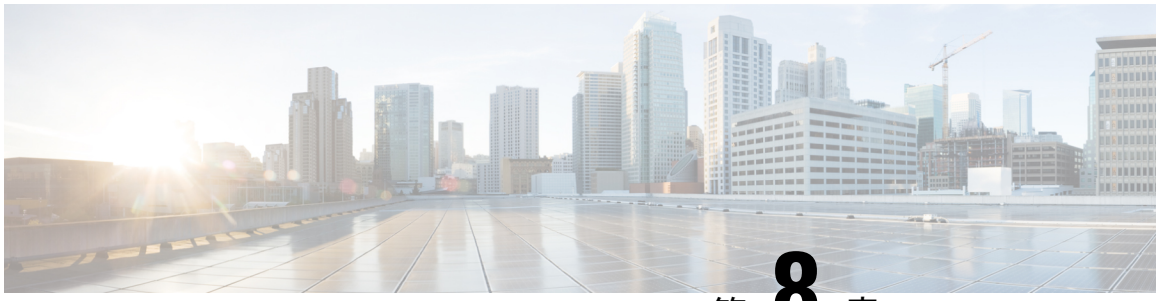
- ネイバー メッシュ アクセス ポイントによって伝送されるパケットのパケット エラーの割合を表示するには、次のコマンドを入力します。

  show mesh per-stats *AP_Name*

  以下に類似した情報が表示されます。

```
Neighbor MAC Address 00:0B:85:5F:FA:F0
Total Packets transmitted: 104833
Total Packets transmitted successfully: 104833
Total Packets retried for transmission: 33028

Neighbor MAC Address 00:0B:85:80:ED:D0
Total Packets transmitted: 0
Total Packets transmitted successfully: 0
Total Packets retried for transmission: 0

Neighbor MAC Address 00:17:94:FE:C3:5F
Total Packets transmitted: 0
Total Packets transmitted successfully: 0
Total Packets retried for transmission: 0
```

（注） パケット エラー レートの割合 = 1 –（伝送に成功したパケット数/伝送したパケットの総数）



第 8 章

メッシュ アクセス ポイントのトラブルシューティング

この章では、トラブルシューティング情報について説明します。内容は次のとおりです。

- インストールと接続 （207 ページ）

インストールと接続

ステップ 1 RAP にするメッシュ アクセス ポイントをコントローラに接続します。

ステップ 2 目的の場所に radio（MAP）を配置します。

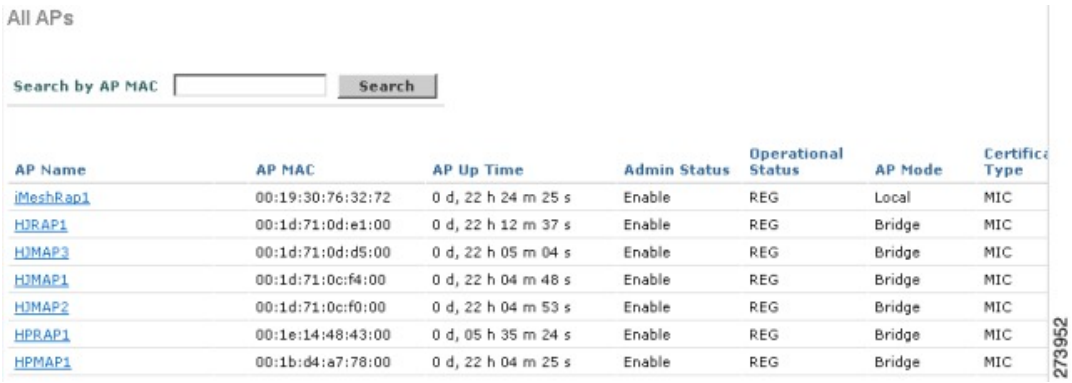
ステップ 3 コントローラ CLI で、**show mesh ap summary** コマンドを入力して、コントローラ上のすべての MAP と RAP を表示します。

図 *54 : [Mesh AP Summary]* ページの表示

```
(Cisco Controller) >show mesh ap summary

AP Name                AP Model             BVI MAC            CERT MAC          Hop  Bridge Group Name  Enhanced Feature Set
-----------------  ------------------  -----------------  -----------------  ---  -----------------  --------------------
1532MAP2-DaisyChained  AIR-CAP1532E-A-K9    4c:4e:35:46:f2:72  4c:4e:35:46:f2:72  0    default            N/A
1532RAP1             AIR-CAP1532E-A-K9    4c:4e:35:46:f2:64  4c:4e:35:46:f2:64  0    default            N/A
1532MAP1             AIR-CAP1532E-A-K9    4c:4e:35:46:f1:4e  4c:4e:35:46:f1:4e  1    default            N/A
1524PSRAP1           AIR-LAP1524PS-A-K9   00:22:be:41:23:00  00:22:be:41:23:00  0    MESHDEMO1          N/A
1522MAP2             AIR-LAP1522AG-A-K9   00:22:be:42:fe:00  00:22:be:42:fe:00  1    MESHDEMO1          N/A

Number of Mesh APs.............................. 3
Number of RAPs.................................. 2
Number of MAPs.................................. 1
Number of Flex+Bridge APs....................... 2
Number of Flex+Bridge RAPs...................... 1
Number of Flex+Bridge MAPs...................... 1
```

ステップ 4 コントローラ GUI で、[Wireless] をクリックして、メッシュ アクセス ポイント（RAP と MAP）の概要を表示します。

図 *55 : [All APs Summary]* ページ



ステップ 5 [AP Name] をクリックして詳細ページを表示し、[Interfaces] タブを選択して、アクティブな radio インターフェイスを表示します。

使用中の radio スロット、radio タイプ、使用中のサブバンド、動作状態（UP または DOWN）がまとめて表示されます。

- すべての AP は 2 つの radio スロット（スロット 0 - 2.4 GHz とスロット 1 – 5 GHz）をサポートしています。

  同じメッシュ ネットワークに複数のコントローラを接続している場合、すべてのメッシュ アクセス ポイントに対するグローバル設定を使用してプライマリ コントローラの名前を指定するか、各ノードでプライマリ コントローラを指定する必要があります。指定しないと、負荷が最小のコントローラが優先されます。メッシュ アクセス ポイントがコントローラに以前接続していた場合、メッシュ アクセス ポイントはコントローラの名前をすでに認識しています。

  コントローラ名の設定後、メッシュ アクセス ポイントがリブートします。

ステップ 6 [Wireless] > [AP Name] をクリックして、AP 詳細ページでメッシュ アクセス ポイントのプライマリ コントローラを確認します。

debug コマンド

次の 2 つのコマンドは、メッシュ アクセス ポイントとコントローラ間で交換されるメッセージを表示する場合にたいへん役立ちます。

```
(Cisco Controller) > debug capwap events enable
(Cisco Controller) > debug disable-all
```

debug コマンドを使用して、メッシュ アクセス ポイントとコントローラ間で行われるパケット交換のフローを表示できます。メッシュ アクセス ポイントで、discovery プロセスが起動します。join フェーズでクレデンシャルの交換が行われ、メッシュ アクセス ポイントがメッシュ ネットワークへの join（参加）を許可されることが認証されます。

join（参加）が正常に完了すると、メッシュ アクセス ポイントは CAPWAP 設定要求を送信します。コントローラは設定応答で応答します。メッシュ アクセス ポイントはコントローラからの設定応答を受信すると、各設定要素を評価し、それらを実装します。

リモート デバッグ コマンド

AP コンソール ポートへの直接接続またはコントローラのリモート デバッグ機能のいずれかによって、デバッグのために、メッシュ アクセス ポイント コンソールにログインできます。

コントローラでリモート デバッグを起動するには、次のコマンドを入力します。

```
(Cisco Controller) > debug ap enable ap-name
(Cisco Controller) > debug ap command command ap-name
```

AP コンソール アクセス

AP1500 にはコンソール ポートがあります。メッシュ アクセス ポイントにはコンソール ケーブルが付属していません。1550 シリーズのアクセス ポイントの場合、コンソール ポートは簡単にアクセスでき、アクセス ポイント自体を開ける必要はありません。

AP1500 では、ソフトウェア コードにコンソール アクセス セキュリティが埋め込まれており、コンソール ポートへの不正アクセスを防止し、セキュリティが拡張されています。

コンソール アクセス用の **ログイン ID** と **パスワード** はコントローラから設定します。次のコマンドを使用して、ユーザ名/パスワードの組み合わせを指定したメッシュ アクセス ポイントまたはすべてのアクセス ポイントに適用できます。

```
<Cisco Controller> config ap username cisco password cisco ?

all           Configures the Username/Password for all connected APs.
<Cisco AP>    Enter the name of the Cisco AP.

<Cisco Controller> config ap username cisco password cisco all
```

コントローラから適用されたユーザ名/パスワードがメッシュ アクセス ポイントのユーザ *ID* とパスワードとして使用されているか確認する必要があります。これは不揮発性設定です。ログイン *ID* とパスワードは、設定すると、メッシュ アクセス ポイントのプライベート設定に保存されます。

ログインに成功すると、トラップが Cisco Prime Infrastructure に送信されます。ユーザが 3 回連続してログインに失敗すると、ログイン失敗トラップがコントローラと Cisco Prime Infrastructure に送信されます。

注意 メッシュ アクセス ポイントは、別の場所に移動する前に、出荷時のデフォルト設定にリセットする必要があります。

AP からのケーブル モデムのシリアル ポート アクセス

コマンドは、CLI の特権モードからケーブル モデムに送信できます。コマンドを使用してテキスト文字列を取得し、ケーブル モデム UART インターフェイスに送信します。ケーブル モデムはそのテキスト文字列を独自のコマンドの 1 つとして解釈します。ケーブル モデムの応答が取得され、Cisco IOS コンソールに表示されます。ケーブル モデムからは、最大 9600 文字が表示されます。4800 文字を超えるテキストはすべて切り捨てられます。

モデムのコマンドは、元々ケーブル モデム用である UART ポートに接続されているデバイスがあるメッシュ AP でのみ使用できます。ケーブル モデムがない、または他のデバイスが UART に接続されているメッシュ AP でコマンドを使用した場合、コマンドは受け入れられますが、出力結果は生成されません。明示的にフラグが付けられるエラーはありません。

設定

MAP の特権モードから次のコマンドを入力します。

```
AP#send cmodem timeout-value modem-command
```

modem コマンドは、ケーブル モデムに送信する任意のコマンドまたはテキストです。タイムアウト値の範囲は 1 ～ 300 秒です。ただし、取得されたデータが 9600 文字の場合、9600 文字を超えるテキストは切り捨てられ、タイムアウト値とは関係なく、応答が AP コンソールにすぐに表示されます。

図 *56 :* ケーブル モデム コンソールのアクセス コマンド

```
RAP-CM-N1#send ?
  *         All tty lines
  <0-16>    Send a message to a specific line
  cmodem    Enter cable modem command
  console   Primary terminal line
  log       Logging destinations
  vty       Virtual terminal

RAP-CM-N1#send cmodem ?
  LINE  Enter modem command string
  <cr>
```

279059

図 *57* : ケーブル モデム コンソールのアクセス コマンド

```
RAP-CM-N1#send cmodem ls
ls
CM>
CM> ls

!               ?               REM             cd              dir
find_command    help            history         instances       ls
man             pwd             sleep           syntax          system_time
usage
----
mbufShow        memShow         mutex_debug     ping            read_memory
reset           routeShow       run_app         shell           stackShow
start_idle_profiling            stop_idle_profiling             taskDelete
taskInfo        taskPrioritySet taskResume      taskShow        taskSuspend
taskTrace       usfsShow        version         write_memory    zone
----
[HeapManager] [SA] [cm_hal] [docsis_ctl] [embedded_target] [enet_hal]
[event_log] [flash] [forwarder] [ip_hal] [msgLog] [non-vol] [pingHelper]
[snmp] [snoop] [usb_hal]

CM>
RAP-CM-N1#send cmodem cd docsis
cd
CM>
CM> cd docsis
CM> cd docsis

Active Command Table:  CM DOCSIS Control Thread Commands (docsis_ctl)

CM -> docsis_ctl

CM/DocsisCtl>
RAP-CM-N1#
```

279060

注意 疑問符（?）と感嘆符（!）は、**send cmodem** コマンドでは使用できません。これらの文字は、Cisco IOS CLI で即座に別の意味に解釈されます。そのため、モデムに送信できません。

ケーブル モデム コンソール ポートの有効化

デフォルトでは、ケーブルモデム コンソール ポートは無効です。これは、ユーザが自宅のケーブル モデムを使用して、コンソールにアクセスできないようにするためです。AP1572IC、AP1572EC、AP1552C モデルでは、ケーブル モデム コンソールはアクセス ポイントに直接接続されます。コンソール ポートは、AP とケーブル モデムの間のシグナリングに必要です。SNMP を介して、または CMTS のコンフィギュレーション .cm ファイルにコマンドを追加して、ケーブル モデム コンソール ポートを有効にする 2 つの方法があります。

（注） AP1572EC、AP1572IC、AP1552C および AP1552CU の場合、ケーブル モデムを有効にする必要があります。

- ケーブル モデムの IP アドレスに次のコマンドを入力して、SNMP を介してケーブル モデム コンソール ポートを有効にします。

```
snmpset -c private IP_ADDRESS cmConsoleMode.0 i N
```

OID を使用して、次のコマンドを入力します。

```
snmpset -c private IP_ADDRESS
1.3.6.1.4.1.1429.77.1.4.7.0 i N
```

IP_ADDRESS は任意の Ipv4 アドレス、N は整数、2 は読み取りと書き込みの有効化、1 は読み取り専用、0 は無効化です。

例：

```
snmpset -c private 209.165.200.224 cmConsoleMode.0 i 2
```

- 設定ファイルからケーブルモデム コンソールポートを有効にします。設定ファイル（.cm 拡張子）は、ケーブル モデム ヘッド エンドにロードされます。それは join プロセスの一部としてケーブル モデムにプッシュされます。ケーブル モデム設定ファイルに次の行を入力します。

```
SA-CM-MIB::cmConsoleMode.0 = INTEGER: readWrite(2)
```

OID を使用して、この行を入力します。

```
SA-CM-MIB::cmConsoleMode.0 = INTEGER: readWrite(2)
```

ケーブル モデムを使用した AP1572xC/AP1552C のリセット

AP はアクセス ポイント内にあるケーブル モデムへ SNMP コマンドを入力してリセットできます。この機能を動作させるには、ケーブル モデム コンソール ポートを有効にする必要があります。

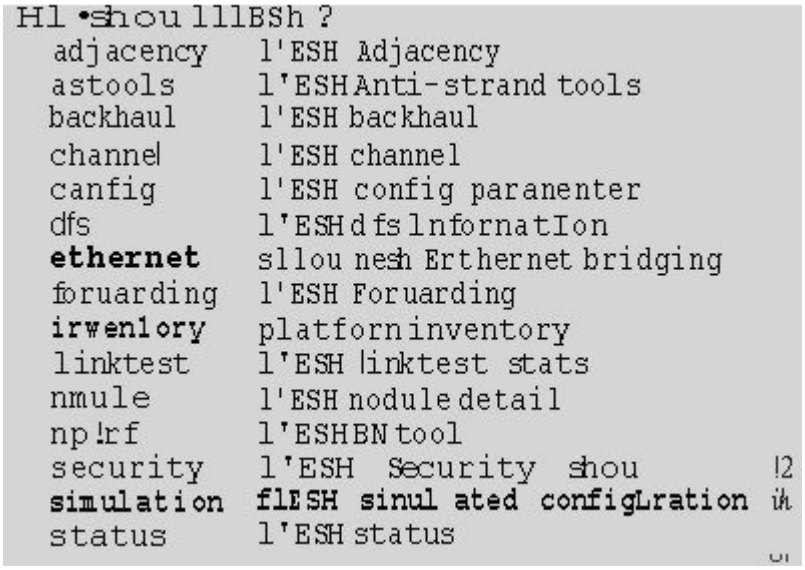
次の snmpset コマンドを入力して、AP をリセットします。

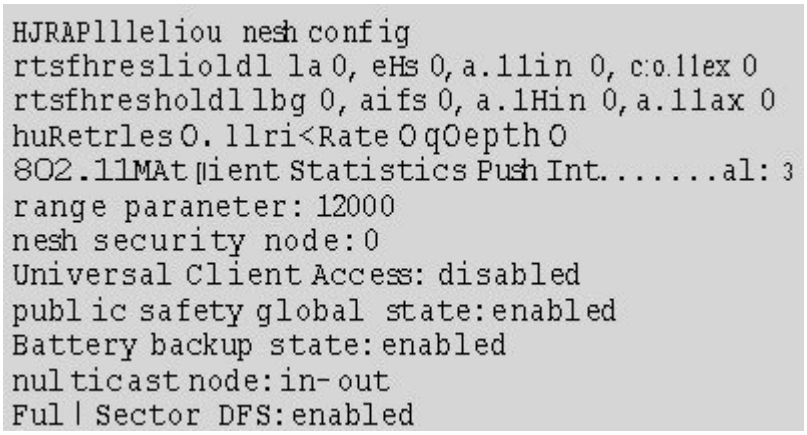
```
Snmpset -v2c -c public IP ADDRESS 1.3.6.1.4.1.1429.77.1.3.17.0 i 1
```

IP ADDRESS は、ケーブル モデムの IPv4 アドレスです。

メッシュ アクセス ポイント CLI コマンド

次のコマンドは、メッシュ アクセス ポイントで AP コンソール ポートを使用して直接入力できます。コントローラのリモート デバッグ機能を使用して入力することもできます。


Hl •shou lllBSh ?
adjacency l'ESH Adjacency
astools l'ESH Anti-strand tools
backhaul l'ESH backhaul
channel l'ESH channel
canfig l'ESH config paranenter
dfs l'ESH dfs lnfornatIon
ethernet sllou nesh Erthernet bridging
foruarding l'ESH Foruarding
irwenlory platforn inventory
linktest l'ESH linktest stats
nmule l'ESH nodule detail
np!rf l'ESH BN tool
security l'ESH Security shou
simulation flESH sinul ated configLration
status l'ESH status


HJRAPlllelIou nesh config
rtsfhresliold l la 0, eHs 0, a.11in 0, c:o.11ex 0
rtsfhresholdl lbg 0, aifs 0, a.1Hin 0, a.11ax 0
huRetrles O. llri<Rate O qOepth O
802.11MAt ient Statistics Push Int.....al: 3
range paraneter: 12000
nesh security node: 0
Universal Client Access: disabled
publ ic safety global state: enabled
Battery backup state: enabled
nul ticast node: in-out
Ful l Sector DFS: enabled

```
HJRAPlllehou caplolBp client mb
Adnin5tate                          ADHIN ENABLED
SuVer                               S.2.98.0
NunFll ledSlots                     2
Nane                                HJRAPl
Location                            default location
Huarllame                           SEYf-CllffROLLER
Huarrlp                             209.165.200.227
Huartt.Ner                          0.0.0.0
ApHocle                              Brld!JE!
ApSubl'lode                         Not [mf igured
OperationState                      UP
CAPllN'Path nru                     1485
Link!U:liting                       disabled
ApRole                              RootAP
ApBac:khaul                         802.1 la
Ap8ac:khaulthannel                  5805
ApBac:khaulSl ot                    1
ApBac:khaul 11gEnabled              0
ApBac:l<haullxRate                  24000
Ethernet Brldglrg State             0
Public Safety State                 enabled
```

```
HJHAPlllehoi.I nesh adjacency ?
  alI      HESH Adjacency Al I
  child    HESH Adjacency Child
  parent MESH Adjacency Parent
```

```
HJMap4#shou mesh status
show MESH Status
MeshAP in state Maint
Uplink Backbone: Virtual-Dot11Radio0
Downlink Backbone: Dot11Radio1
Configured BGN: HuckJr
       rxNeighReq 129790 rxNeighRsp 66976 txNeighReq 33938 txNeighRsp 129790
       rxNeighRsp 1147275 txNeighUpd 202060
       nextchan 0 nextant 0 downAnt 0 downChan 0 curAnts 0
       nextNeigh 1. malformedNeighPackets 4.poorNeighSnr 1
       blacklistPackets 0,insufficientMemory 0, authenticationFailures 0
       Parent Changes 3, Neighbor Timeouts 0
       Vector through 0017.94fe.c3bf:
              Vector ease 1 -1, FWD: 0017.94fe.c3bf
```

273949

```
HJMap4#shou mesh forwarding link
 Current mesh links:
----------------------
 End Point  : 0017.94fe.c3bf
 Adjacency  : Exists
 Channel    : 161 on Dot11Radio1
 Type       : 2
 State      : 4
 Bundle     : member
 Bridge     : 1
 swidb      : Virtual-Dot11Radio0
 port state : OPEN
```

273950

メッシュ アクセス ポイント デバッグ コマンド

次のコマンドは、メッシュ アクセス ポイントで AP コンソール ポートを使用して直接入力しても、コントローラでリモート デバッグ機能を使用しても、入力できます。

- **debug mesh ethernet bridging**：イーサネット ブリッジングをデバッグします。
- **debug mesh ethernet config**：VLAN タギングに関連付けられているアクセスおよびトランク ポート設定をデバッグします。
- **debug mesh ethernet registration**：VLAN レジストレーション プロトコルをデバッグします。このコマンドは、VLAN タギングに関連付けられています。
- **debug mesh forwarding table**：ブリッジ グループが含まれている転送テーブルをデバッグします。
- **debugs mesh forwarding packet bridge-group**：ブリッジ グループ設定をデバッグします。

メッシュ アクセス ポイントのロール定義

デフォルトでは、AP1500 は MAP に設定された radio のロールで出荷されます。RAP として動作させるには、メッシュ アクセス ポイントを再設定する必要があります。

バックホール アルゴリズム

バックホールは、メッシュ アクセス ポイント間にワイヤレス接続だけを作成するために使用します。

デフォルトでバックホール インターフェイスは 802.11a です。バックホール インターフェイスを 802.11b/g に変更できません。

AP1500 には、デフォルトで「自動」データ レートが選択されています。

バックホール アルゴリズムは、孤立状態のメッシュ アクセス ポイントの状況に対処するために設計されました。このアルゴリズムは、各メッシュ ノードに高いレベルの復元力も追加します。

このアルゴリズムは、次のようにまとめることができます。

- MAP は常に、イーサネット ポートが UP の場合はイーサネット ポートを**プライマリ バックホール**として設定し、UP でない場合は 802.11a radio として設定します（この機能により、ネットワーク管理者は、イーサネット ポートを最初に RAP として設定し、社内で回復することができます）。ネットワークの高速コンバージェンスを可能にするため、メッシュ ネットワークへの最初の参加では、イーサネット デバイスを MAP に接続しないことを推奨します。
- UP であるイーサネット ポートで WLAN コントローラへの接続が失敗した MAP は 802.11a radio を**プライマリ バックホール**として設定します。ネイバーの検索に失敗するか、802.11a radio 上でネイバーを経由した WLAN コントローラへの接続が失敗すると、イーサネット

ポートで、再度**プライマリ バックホール**が UP になります。MAP は同じ BGN を持つ親を優先します。

- イーサネット ポートを介してコントローラに接続されている MAP は、（RAP とは違って）メッシュ トポロジを構築しません。
- RAP は、常にイーサネット ポートを**プライマリ バックホール**として設定します。
- RAP のイーサネット ポートが DOWN の場合、または RAP が UP であるイーサネット ポートでコントローラに接続できない場合、802.11a radio が**プライマリ バックホール**として設定されます。ネイバーの検索に失敗するか、802.11a radio 上でネイバーを経由したコントローラへの接続が失敗すると、15 分後に、RAP が SCAN 状態になり、イーサネット ポートが最初に起動します。

前述のアルゴリズムを使用して、メッシュ ノードの役割を保持すると、メッシュ アクセス ポイントが不明状態になったり、ライブ ネットワークで孤立状態になるのを避けることができます。

パッシブ ビーコン（孤立状態防止）

パッシブ ビーコンを有効にすると、孤立状態のメッシュ アクセス ポイントで、802.11b/g radio を使用して、無線でそのデバッグ メッセージをブロードキャストできます。コントローラとの接続があるネイバー メッシュ アクセス ポイントは、孤立状態のメッシュ アクセス ポイントをリッスンし、それらのメッセージを CAPWAP 経由でコントローラに渡します。パッシブ ビーコンにより、有線接続のないメッシュ アクセス ポイントが孤立状態になるのを防ぎます。

デバッグ ログもバックホール以外の radio で、救難ビーコンとして送信できるため、ネイバー メッシュ アクセス ポイントをビーコンのリッスン専用にすることができます。

メッシュ アクセス ポイントでコントローラへの接続が失われると、コントローラで次の手順が自動的に起動されます。

- 孤立状態のメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスを識別する
- CAPWAP が接続されているすぐ近くのネイバーを見つける
- リモート デバッグによってコマンドを送信する
- チャネルを循環してメッシュ アクセス ポイントを追跡する

この機能を使用するために、知っている必要があるのは孤立状態の AP の MAC アドレスだけです。

メッシュ アクセス ポイントは、孤立タイマーのリブートが実行された場合に孤立状態と見なされます。孤立タイマーのリブートが発生すると、現在孤立状態のメッシュ アクセス ポイントで、孤立防止機能のパッシブ ビーコンが有効になります。

この機能は 3 つの部分に分けられます。

- 孤立状態のメッシュ アクセス ポイントによる孤立検出

- 孤立状態のメッシュ アクセス ポイントによって送信されるビーコン
  - 802.11b radio をチャネル（1、6、11）にラッチする
  - デバッグを有効にする
  - 孤立デバッグ メッセージを救難ビーコンとしてブロードキャストする
  - 最新のクラッシュ情報ファイルを送信する
- ビーコンの受信（リモート デバッグが有効になっているネイバー メッシュ アクセス ポイント）

展開されたメッシュ アクセス ポイントは定期的に孤立状態のメッシュ アクセス ポイントを検索します。メッシュ アクセス ポイントは定期的に孤立状態のメッシュ アクセス ポイントのリストと SNR 情報をコントローラに送信します。コントローラはネットワーク内の孤立状態のメッシュ アクセス ポイントのリストを保持します。

debug mesh astools troubleshoot *mac-addr* **start** コマンドを入力すると、コントローラはリストを検索して、孤立状態のメッシュ アクセス ポイントの MAC アドレスを見つけます。

孤立状態のアクセスポイントのリッスンを開始するメッセージが最適なネイバーに送信されます。リッスンしているメッシュ アクセス ポイントは、孤立状態のメッシュ アクセス ポイントからの救難ビーコンを取得し、コントローラに送信します。

メッシュ アクセス ポイントは、リスナーの役割を担うと、孤立状態のメッシュ アクセス ポイントのリッスンを停止するまで、孤立状態のメッシュ アクセス ポイントをその内部リストから消去しません。孤立状態のメッシュ アクセス ポイントのデバッグ中に、そのメッシュ アクセス ポイントのネイバーが一定の割合で、現在のリスナーより優れた SNR をコントローラに報告した場合、ただちに孤立状態のメッシュ アクセス ポイントのリスナーが新しいリスナー（SNR が優れた）に変更されます。

エンドユーザ コマンドは次のとおりです。

- **config mesh astools** [**enable** | **disable**]：メッシュ アクセス ポイントの astools を有効または無効にします。無効の場合、AP は孤立状態の AP リストをコントローラに送信しません。
- **show mesh astools stats**：孤立状態の AP とそれぞれのリスナー（存在する場合）のリストを表示します。
- **debug mesh astools troubleshoot** *mac-addr* **start**：*mac-addr* の最適なネイバーに、リッスンを開始するメッセージを送信します。
- **debug mesh astools troubleshoot** *mac-addr* **stop**：*mac-addr* の最適なネイバーに、リッスンを停止するメッセージを送信します。
- **clear mesh stranded** [**all** | *mac of b/g radio*]：孤立状態の AP エントリをクリアします。

コントローラ コンソールは、30 分間、孤立状態の AP からのデバッグ メッセージでいっぱいになります。

メッシュ アクセス ポイントの IP アドレスの誤った設定

ほとんどのレイヤ 3 ネットワークは DHCP IP アドレス管理を使用して導入されますが、一部のネットワーク管理者は IP アドレスを手動で管理し、各メッシュ ノードに IP アドレスを静的に割り当てることを好みます。手動でのメッシュ アクセス ポイントの IP アドレスの管理は、大規模なネットワークでは悪夢になりかねませんが、小規模から中規模のネットワーク（10～100 メッシュ ノード程度）では、メッシュ ノードの数がクライアント ホスト数と比べてかなり少ないので道理にかなっています。

メッシュ ノードに IP アドレスをスタティックに設定すると、サブネットや VLAN などの誤ったネットワークに MAP を配置してしまう可能性があります。この誤りにより、メッシュ アクセス ポイントで、IP ゲートウェイを正しく解決できなくなり、WLAN コントローラを検出できなくなる可能性があります。そのようなシナリオでは、メッシュ アクセス ポイントがその DHCP メカニズムにフォールバックし、自動的に DHCP サーバを見つけて、IP アドレスを取得しようとします。このフォールバック メカニズムにより、誤って設定されたスタティック IP アドレスから、メッシュ ノードが孤立する可能性を回避し、ネットワーク上の DHCP サーバから正しいアドレスを取得できます。

手動で IP アドレスを割り当てる場合、最初に最も遠いメッシュ アクセス ポイントの子から IP アドレッシングを変更し、RAP まで戻ってくることを推奨します。これは、装置を移動する場合にも当てはまります。たとえば、メッシュ アクセス ポイントをアンインストールし、異なるアドレスが設定されたサブネットを持つメッシュ ネットワークの別の物理的場所に再展開する場合などです。

別のオプションは、RAP と共にレイヤ 2 モードのコントローラを、誤って設定された MAP がある場所に運ぶことです。設定変更が必要な MAP に一致するブリッジ グループ名を RAP に設定します。MAP の MAC アドレスをコントローラに追加します。メッシュ アクセス ポイントの概要詳細に、誤って設定された MAP が表示されたら、それを IP アドレスで設定します。

DHCP の誤った設定

DHCP フォールバック メカニズムがあっても、次のいずれかの状況が存在する場合に、メッシュ アクセス ポイントが孤立する可能性があります。

- ネットワークに DHCP サーバがない
- ネットワークに DHCP サーバがあるが、AP に IP アドレスを提供しないか、AP に誤った IP アドレスを提供している場合（誤った VLAN またはサブネット上など）。

こうした状況によって、誤ったスタティック IP アドレスで設定されているか、設定されていないか、または DHCP で設定されているメッシュ アクセス ポイントが孤立する可能性があります。このため、すべての DHCP 検出の試行回数、DHCP 再試行回数、または IP ゲートウェイ解決再試行回数を試しても接続できない場合、メッシュ アクセス ポイントがレイヤ 2 モードでコントローラの検出を試みることを確認する必要があります。言い換えると、メッシュ アクセス ポイントは、最初にレイヤ 3 モードでコントローラの検出を試み、このモードでスタティック IP（設定されている場合）と DHCP（可能な場合）の両方で試みます。次に、AP はレイヤ 2 モードで、コントローラの検出を試みます。レイヤ 3 およびレイヤ 2 モードの試行を

何回か試みたら、メッシュ アクセス ポイントはその親ノードを変更し、DHCP 検出を再試行します。さらに、ソフトウェア除外リストに、正しい IP アドレスを取得できなかった親ノードが記載されます。

ノード除外アルゴリズムについて

メッシュ ネットワークの設計によっては、ノードがルーティング メトリックに従って（再帰的に真の場合でも）別のノードを「最適」だと判断しても、ノードに正しいコントローラや正しいネットワークへの接続を提供できない場合があります。これは、誤った配置、プロビジョニング、ネットワークの設計のいずれかによって、または特定のリンクの AWPP ルーティング メトリックを、永続的または一時的な方法で最適化する状況を示す RF 環境の動的な性質によって発生する、典型的なハニーポット アクセス ポイントのシナリオです。ほとんどのネットワークで、そのような状況の回復は一般に難しく、ノードを完全にブラックホール化またはシンクホール化し、ネットワークから除外させる可能性があります。次の現象が見られる場合がありますが、これらに限定されるわけではありません。

- ハニーポットにノードが接続しているが、スタティック IP アドレスが設定されている場合に IP ゲートウェイが解決できない、または DHCP サーバから正しい IP アドレスが取得できない、あるいは WLAN コントローラに接続できない。
- いくつかの、または（最悪の場合）多数のハニーポット間をノードが循環している。

シスコのメッシュ ソフトウェアは、高度なノード除外リスト アルゴリズムを使用してこの困難なシナリオを解決します。このノード除外リストアルゴリズムは、指数バックオフ、および TCP スライディング ウィンドウや 802.11 MAC などの高度な技術を使用します。

基本なアイデアは次の 5 つの手順に基づいています。

1. ハニーポットの検出：次の手順でハニーポットが最初に検出されます。

   次を試行することにより、AWPP モジュールによって親ノードが設定されます。

   - CAPWAP モジュールのスタティック IP アドレスによる試行
   - DHCP モジュールの DHCP による試行
   - CAPWAP による障害が発生したコントローラの検出および接続

2. ハニーポットの確定：ハニーポットが検出されると、それが確定されるまでの期間、除外リストのデータベースに配置されます。デフォルト値は 32 分です。その後、現在のメカニズムに障害が発生すると次にフォールバックされ、次の順序で他のノードが親になるよう試行されます。

   - 同じチャネル
   - 別のチャネル（最初は独自のブリッジグループ名を持つチャネル、次にデフォルトのチャネル）
   - 現在のすべての除外リストのエントリの確定をクリアした、別のサイクル
   - AP のリブート

3. 非ハニーポットの信用：ノードが実際にはハニーポットではないにもかかわらず、次のような一時的なバックエンド状態によってハニーポットとして表示されることがよくあります。
   - DHCP サーバが、起動して実行していないか、一時的に障害が発生している、あるいはリブートが必要な状態
   - WLAN コントローラが、起動して実行していないか、一時的に障害が発生している、あるいはリブートが必要な状態
   - RAP 上のイーサネット ケーブルが誤って外れている状態

   このような非ハニーポットは、ノードができるだけ早くサービス状態に戻れるように正しく信用される必要があります。

4. ハニーポットの期限：期限に達すると、除外リストのノードは除外リストのデータベースから削除され、AWPP によって今後のために通常の状態に戻る必要があります。

5. ハニーポットのレポート：コントローラへの LWAPP のメッシュ ネイバー メッセージを介してコントローラにハニーポットがレポートされます。レポートは [Bridging Information] ページに表示されます。メッセージは、最初に除外リストに記載されたネイバーが見られた際にも表示されます。後続のソフトウェア リリースでは、このような状況が発生した場合、コントローラで SNMP トラップが生成され、Cisco Prime Infrastructure で記録できるようになります。

図 *58 :* 除外ネイバー

多くのノードは予定のイベントまたは予定外のイベント後にネットワークに参加または再参加を試みる可能性があるので、16 分のホールドオフ時間が実装されます。これは、システム初期化後、16 分間はノードが除外リストに追加されないことを意味します。

この指数バックオフおよび高度なアルゴリズムは独特であり、次のプロパティがあります。

- 親ノードが本当にハニーポットなのか、それとも一時的に機能が停止しているだけなのかをノードによって正しく判断できるようにします。

- ノードのネットワークへの接続が維持された時間に基づいて、良好な親ノードであると信用します。信用することで、本当に一時的な状況の場合は除外リストの確定時間をきわめて短くすることができ、中程度の機能停止の場合は適度にすることができます。
- 組み込みのヒステリシス機能があります。これは、多くのノードが同じネットワーク内に存在しないかどうか互いのノードの検出を試みている場所で初期状態の問題が発生した場合に使用されます。
- 組み込みメモリがあります。これは、除外リストデータベースでかつて親ノードとして登録されていた場合（あるいは今後親ノードになる場合）、現在誤って親ノードと見なされないように、時々ネイバーになり得るノードに使用されます。

ノード除外リスト アルゴリズムは、メッシュ ネットワークの重大な孤立を防ぎます。このアルゴリズムは、ノードが迅速に再コンバージェンスして、正しいネットワークを探すことができる方法で AWPP に統合されます。

スループット分析

スループットはパケット エラー レートおよびホップ カウントによって決まります。

容量とスループットは直交概念です。スループットはノード N でのユーザ エクスペリエンスです。領域の合計容量は N 個のノードの全体のセクターで計算され、入力および出力 RAP 数に基づいています。また個別の干渉チャネルがないことを想定しています。

たとえば、10 Mbps での 4 つの RAP はそれぞれ合計容量 40 Mbps を配信します。1 ユーザが 2 つのホップを経由する場合、論理的には各 RAP で TPUT ごとに 5 Mbps を受信できることになり、40 Mbps のバックホール容量を消費します。

Cisco Mesh ソリューションを使用する場合、ホップごとの遅延は 10 ミリ秒未満で、ホップごとの遅延の範囲は標準で 1 ～ 3 ミリ秒です。ジッタ全体も 3 ミリ秒未満になります。

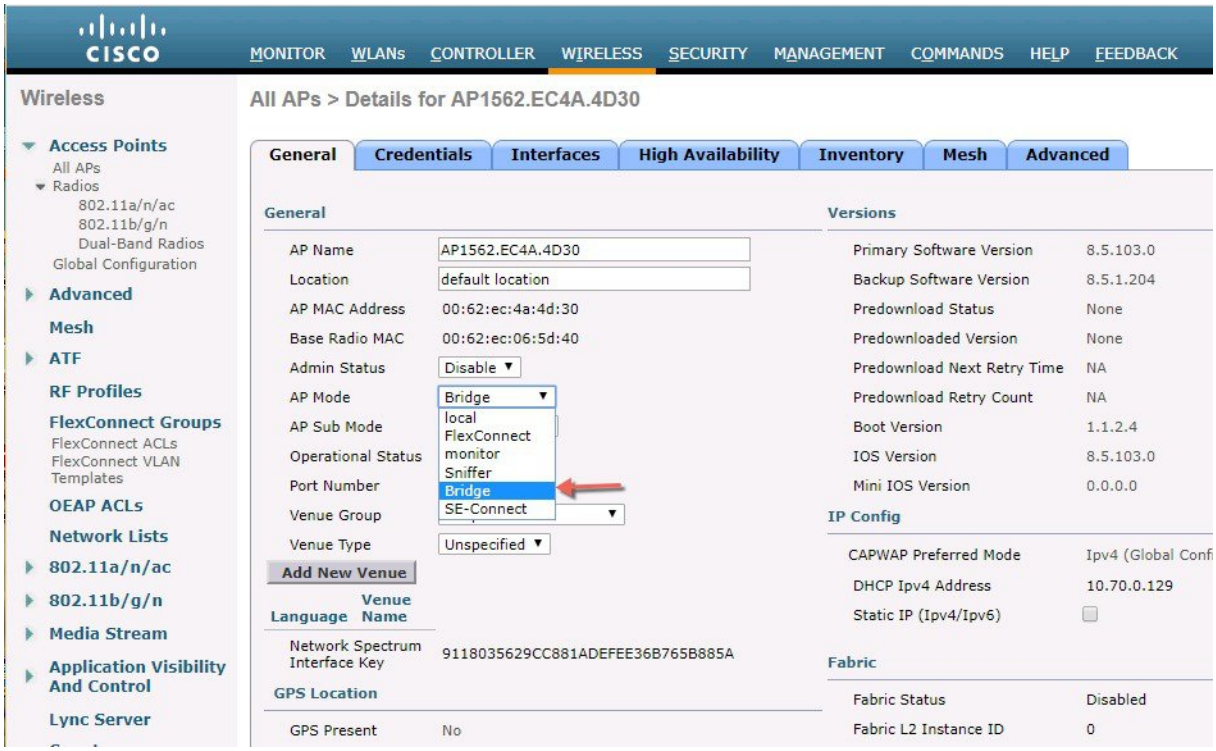
スループットは、User Datagram Protocol（UDP）または Transmission Control Protocol（TCP）という、ネットワークを通過するトラフィックのタイプによって決まります。UDP はイーサネット経由で送信元アドレスおよび送信先アドレスを持つパケットおよび UDP プロトコルのヘッダーを送信します。確認応答（ACK）は行われません。パケットがアプリケーション層で配信されるかどうかは保証されません。

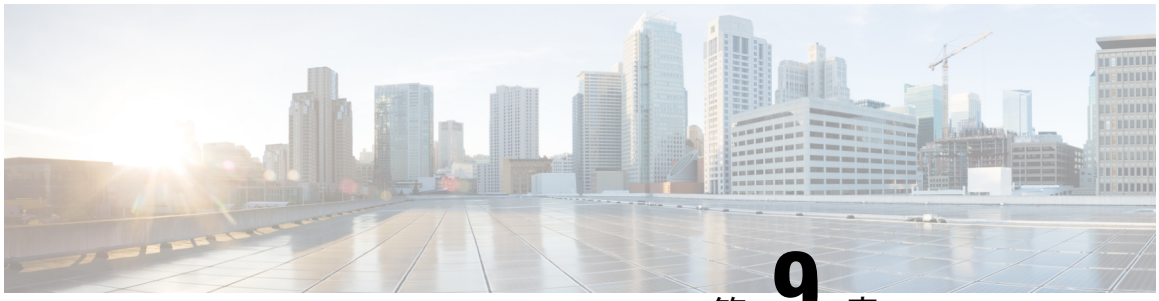
TCP は UDP と似ていますが、信頼性のあるパケット配信メカニズムです。パケットの ACK が行われ、スライディング ウィンドウ技術を使用することによって ACK を待つ前に送信者が複数のパケットを送信できます。クライアントが送信するデータの最大量が決められています（TCP ソケット バッファ ウィンドウと呼びます）。シーケンス番号により、送信したパケットを追跡し、パケットを正しい順序で到着させることができます。TCP は累積的に ACK を使用し、現在どのくらいのストリームが受信されたかを受信側がレポートします。ACK は TCP のウィンドウ サイズ内であればいくつでもパケットを扱うことができます。

TCP はスロー スタートおよび乗法減少を使用してネットワーク輻輳やパケット損失に対応します。パケットが損失すると TCP ウィンドウは半分になり、バックオフ再送信タイマーが急激に増加します。ワイヤレスはインターフェイスの問題によりパケット損失の影響を受けますが、TCP はこのパケット損失に応答します。パケット損失からリカバリする際に接続が切断さ

れないように、スロー スタート リカバリ アルゴリズムも使用されます。これらのアルゴリズムは、損失の多いネットワーク環境でトラフィック ストリーム全体のスループットを減少させる効果があります。

デフォルトでは、TCP の最大セグメント サイズ（MSS）は 1460 バイトで、1500 バイトの IP データグラムになります。TCP は 1460 バイトを超えるデータ パケットを分割し、スループットが少なくとも 30 % 減少します。





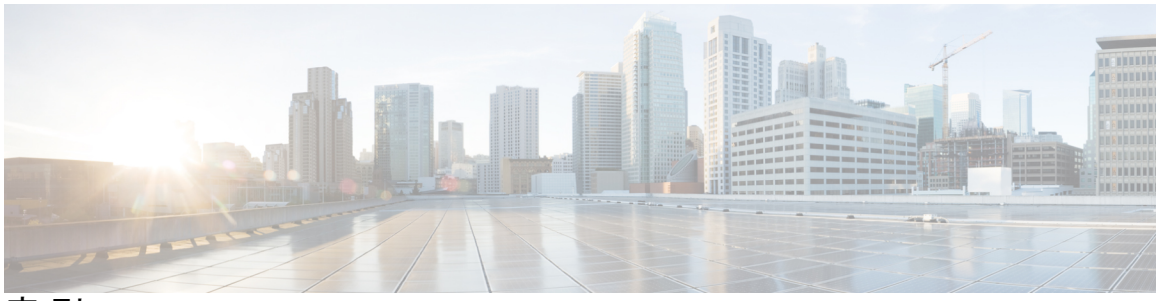
第 9 章

Cisco Prime Infrastructure によるメッシュ アクセス ポイントの管理

Cisco Prime Infrastructure は、企業全体の WLAN システム管理を行う最適なプラットフォームです。Cisco WCS は、メッシュを仮想化およびコントロールするための広範囲のツールを提供します。これらは、信号対雑音比のヒストグラム、メッシュの詳細情報、メッシュ アクセス ポイントのネイバーおよびリンク情報、7 日間の一時リンク情報、および電波干渉を特定し避けるツールなどを含みます。

この項では、次の Prime Infrastructure モニタリング機能について説明します。

Cisco Prime Infrustracture のメッシュ構成と監視の詳細については、以下のリンクで『PI Users Guide』を参照してください。 https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/net_mgmt/prime/infrastructure/3-2/user/guide/bk_CiscoPrimeInfrastructure_3_2_0_UserGuide.pdf



索 引

C

CAC 168
　メッシュ ネットワーク内の 168
CAPWAP 12
CleanAir 87, 89, 91
　Advisor 91
　アクセス ポイント配置の推奨事項 89
　ライセンス 91
　動作モード 87

D

Dynamic Frequency Selection（動的周波数選択） 8

L

LinkSNR 要件 44, 45

M

mesh 203
　統計情報 203
　　GUI を使用したアクセス ポイントの表示 203

P

Pseudo MAC とマージ 87

W

Wplus ライセンス 48

あ

アクセス ポイントのロール 2, 101, 215
　定義 101, 215

こ

コントローラ ソフトウェアのアップグレード 98
コントローラ プランニング 47

せ

セルのプランニングと距離 68, 71
　AP1520 シリーズ 68
　AP1550 シリーズ 71

は

バックアップ コントローラ 105

ひ

ビーム幅 10

ふ

フレネル ゾーン 59, 61

め

メッシュ レンジ 22
　設定 22

ゆ

ユニバーサル アクセス 20

ろ

ローカルで有効な証明書 182

わ

ワイヤレス ソフトウェアの互換性マトリクス 98
ワイヤレス バックホール 20
ワイヤレス バックホールのデータ レート 135