9800 WLCでの802.11r/11k/11vの高速ローミングについて

内容

はじめに

このドキュメントでは、ワイヤレスクライアントで高速ローミング方式をイネーブルまたはディセーブルにしたときのさまざまな結果について説明します。

前提条件

要件

次の項目に関する知識があることが推奨されます。

- IEEE 802.11 WLAN の基本.
- IEEE 802.11 WLAN のセキュリティ.
- IEEE 802.1X/EAPの基本』を参照してください。
- IEEE 802.11r BSS Fast Transitionの略。

使用するコンポーネント

このドキュメントの情報は、次のソフトウェアとハードウェアのバージョンに基づいています。

- Cisco Wireless 9800-LコントローラIOS® XE 17.9.4
- Cisco Catalyst 9130AXIシリーズアクセスポイント。

このドキュメントの情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されました。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、クリアな（デフォルト）設定で作業を開始していま

す。本稼働中のネットワークでは、各コマンドによって起こる可能性がある影響を十分確認してください。

背景説明

このドキュメントでは、9800ワイヤレスコントローラでプロトコル802.11r、802.11v、および802.11kを有効にした場合の違いを理解するのに役立ちます。また、無効にした場合のクライアントへの影響についても説明します。

802.11r、802.11v、および802.11kは、すべて802.11ファミリのワイヤレスネットワークプロトコルの標準または改訂です。

802.11r：基本サービスセット間の高速移行により、クライアントがターゲットアクセスポイントにローミングする前でも新しいAPとの初期ハンドシェイクが実行される、新しい概念が導入されています。ビデオや常時ストリームモニタを使用するVoice over IP(VoIP)アプリケーションやリアルタイムストリームアプリケーションなど、中断のない接続が不可欠な環境で特に役立ちます。調整された802.11rネットワークでは、デバイスはアクセスポイント間をローミングでき、ネットワーク接続の大幅な中断やドロップは発生しません。

802.11k:ネイバーリストおよびAssisted Roam(Radio Resource Measurement)は、無線リソース管理の機能を利用して、ワイヤレスネットワークの全体的なパフォーマンスと信頼性を向上させます。アクセスポイントが無線環境に関する情報を収集して共有する場所で、利用可能な無線リソースを最適化します。この情報には、チャネルの使用状況、信号強度、干渉レベルなどが含まれます。クライアントデバイスはこの情報を使用して、接続先のAPに関して、より多くの情報に基づいた決定を下すことができます。その結果、ロードバランスが向上し、干渉が減少し、ネットワーク効率が向上します。

802.11v:ネットワークを利用した省電力機能で、クライアントのバッテリ駆動時間を延ばし、長時間のスリープを実現します。また、ワイヤレスネットワークの効率と管理を強化する方法にも焦点を当てています。これにより、クライアントのローミング時に、ネットワークインフラストラクチャとクライアントデバイス間の制御と調整が向上します。主な機能は、ネイバーレポート、サービスセットの移行、ロードバランシング、およびネットワーク支援による省電力です。これらの機能により、クライアントネットワークの検出、選択、およびモニタリングが強化されます。また、アクセスポイントは、クライアントデバイスがローミングの決定を行うのを待つのではなく、クライアントデバイスのローミングを促すことができます。

802.11rはAP間のシームレスな移行に重点を置いていますが、802.11vはネットワーク管理機能の強化を目指しています。802.11kは、パフォーマンスと信頼性を向上させるために無線リソースの使用率を最適化するように設計されています。

このドキュメントの一部の説明は、書籍『Cisco Catalyst 9800シリーズワイヤレスコントローラの概要とトラブルシューティング』の「第6章、802.11のローミング」のセクションに由来しています。

高レベルのセキュリティローミング

SSIDが基本的な802.11オープンシステム認証に加えてL2高レベルセキュリティで設定されている

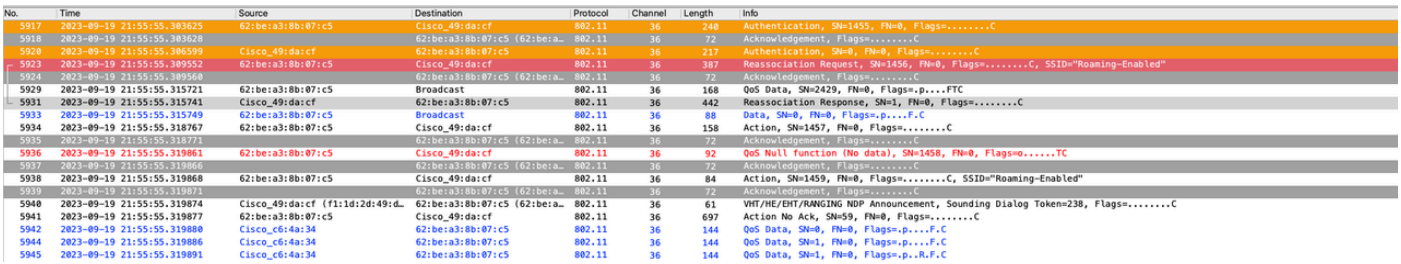
場合、初期関連付けやクライアントのローミングにはより多くのフレームが必要です。802.11 WLAN用に標準化および実装されている最も一般的なセキュリティ方式は、次の2つです。

- WPA/WPA2/WPA3 Personal:PSKはクライアントの認証に使用されます。
- WPA/WPA2/WPA3 Enterprise:Extensible Authentication Protocol(EAP)方式および802.1xを使用してワイヤレスクライアントを認証し、AAAサーバ経由でユーザクレデンシャル（ユーザ名とパスワード）、証明書、またはトークンを検証します。

このドキュメントでは、EAP-PEAPでWPA2 Enterprise WLANを使用して、IEEEプロトコル（802.11r、802.11k、および802.11v）の使用の違い、およびそれがワイヤレスローミングの試行にどのように影響するかを示します。

高速ローミングのプロトコルがイネーブルになっているSSID（802.11r、802.11k、および802.11v）

デフォルトのWLAN設定では、すべてのプロトコルがデフォルトで有効になっています。ラボでは、ワイヤレスクライアントは9130台のアクセスポイント間のローミングを試みます。WLANのデフォルト設定があるため、つまり、802.11vと802.11kに加えて高速ローミングが有効になっているので、シームレスなローミングが期待できます。ローミングイベントの地上波OTAキャプチャの例を次に示します。



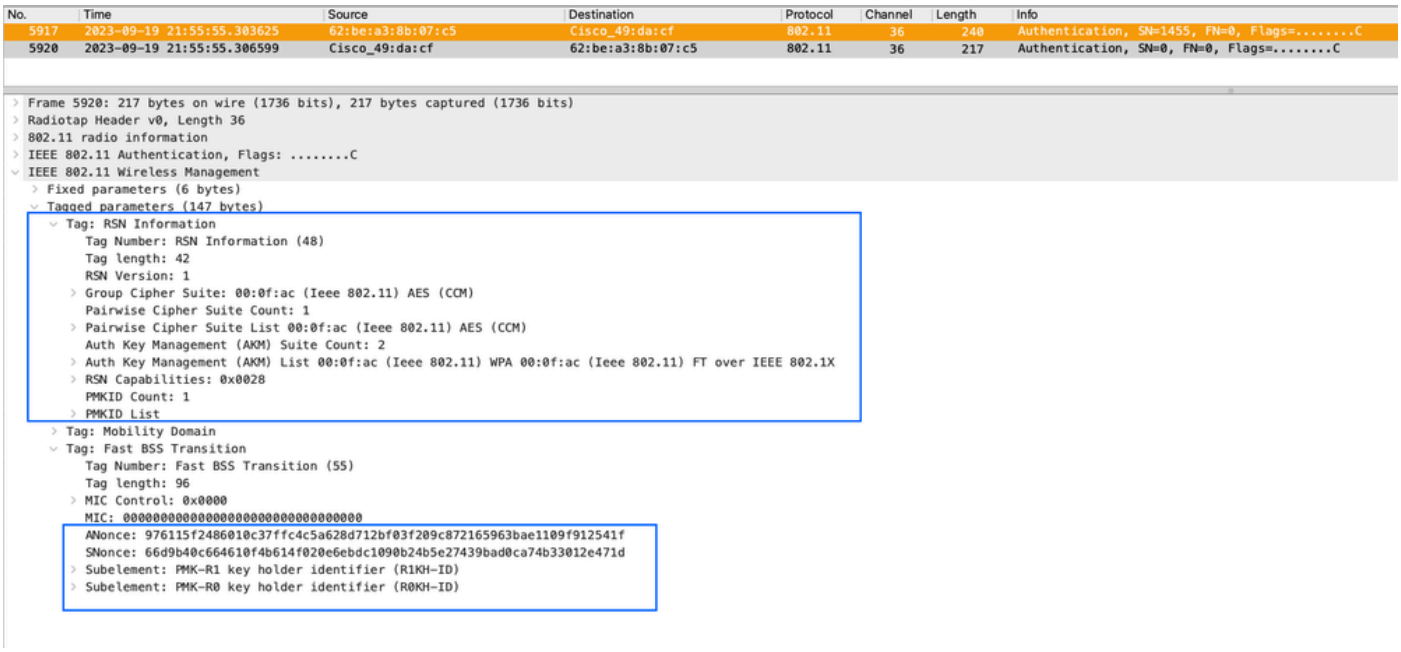
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Channel	Length	Info
5917	2023-09-19 21:55:55.303625	62:be:a3:8b:07:c5	Cisco_49:da:cf	802.11	36	240	Authentication, SN=1455, FN=0, Flags=.......C
5918	2023-09-19 21:55:55.303628		62:be:a3:8b:07:c5 (62:be:a…	802.11	36	72	Acknowledgement, Flags=.......C
5920	2023-09-19 21:55:55.306599	Cisco_49:da:cf	62:be:a3:8b:07:c5	802.11	36	217	Authentication, SN=0, FN=0, Flags=.......C
5923	2023-09-19 21:55:55.309552	62:be:a3:8b:07:c5	Cisco_49:da:cf	802.11	36	387	Reassociation Request, SN=1456, FN=0, Flags=.......C, SSID="Roaming-Enabled"
5924	2023-09-19 21:55:55.309560		62:be:a3:8b:07:c5 (62:be:a…	802.11	36	72	Acknowledgement, Flags=.......C
5929	2023-09-19 21:55:55.315721	62:be:a3:8b:07:c5	Broadcast	802.11	36	168	QoS Data, SN=2429, FN=0, Flags=.p....FTC
5931	2023-09-19 21:55:55.315741	Cisco_49:da:cf	62:be:a3:8b:07:c5	802.11	36	442	Reassociation Response, SN=1, FN=0, Flags=.......C
5933	2023-09-19 21:55:55.315749	62:be:a3:8b:07:c5	Broadcast	802.11	36	88	Data, SN=0, FN=0, Flags=.p....F.C
5934	2023-09-19 21:55:55.318767	62:be:a3:8b:07:c5	Cisco_49:da:cf	802.11	36	158	Action, SN=1457, FN=0, Flags=.......C
5935	2023-09-19 21:55:55.318771		62:be:a3:8b:07:c5 (62:be:a…	802.11	36	72	Acknowledgement, Flags=.......C
5936	2023-09-19 21:55:55.319861	62:be:a3:8b:07:c5	Cisco_49:da:cf	802.11	36	92	QoS Null function (No data), SN=1458, FN=0, Flags=o.....TC
5937	2023-09-19 21:55:55.319866		62:be:a3:8b:07:c5 (62:be:a…	802.11	36	72	Acknowledgement, Flags=.......C
5938	2023-09-19 21:55:55.319868	62:be:a3:8b:07:c5	Cisco_49:da:cf	802.11	36	84	Action, SN=1459, FN=0, Flags=.......C, SSID="Roaming-Enabled"
5939	2023-09-19 21:55:55.319871		62:be:a3:8b:07:c5 (62:be:a…	802.11	36	72	Acknowledgement, Flags=.......C
5940	2023-09-19 21:55:55.319874	Cisco_49:da:cf (f1:1d:2d:49:d…	62:be:a3:8b:07:c5 (62:be:a…	802.11	36	61	VHT/HE/EHT/RANGING NDP Announcement, Sounding Dialog Token=238, Flags=.......C
5941	2023-09-19 21:55:55.319877	62:be:a3:8b:07:c5	Cisco_49:da:cf	802.11	36	697	Action No Ack, SN=59, FN=0, Flags=.......C
5942	2023-09-19 21:55:55.319880	Cisco_c6:4a:34	62:be:a3:8b:07:c5	802.11	36	144	QoS Data, SN=0, FN=0, Flags=.p....F.C
5944	2023-09-19 21:55:55.319886	Cisco_c6:4a:34	62:be:a3:8b:07:c5	802.11	36	144	QoS Data, SN=1, FN=0, Flags=.p....F.C
5945	2023-09-19 21:55:55.319891	Cisco_c6:4a:34	62:be:a3:8b:07:c5	802.11	36	144	QoS Data, SN=1, FN=0, Flags=.p..R.F.C

このローミングイベントのRAトレースを次に示します。

```
2023/09/19 21:54:25.912523930 {wncd_x_R0-0}{1}: [client-orch-sm] [15403]: (note): MAC: 62be.a38b.07c5 R
!--- Reassociation Request is received from the client.

2023/09/19 21:54:25.912882280 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot11-validate] [15403]: (info): MAC: 62be.a38b.07c5 D
!--- Since 802.11r is enabled, WLC/AP were able to validate/use the PMKID
```

802.11rが有効な場合、クライアントがターゲットアクセスポイントにローミングする前でも、新しいAPとの初期ハンドシェイクが実行されます。この概念は高速移行と呼ばれます。最初のハンドシェイクでは、クライアントとアクセスポイントが事前にPairwise Transient Key(PTK)計算を実行できます。これらのPTKキーは、クライアントが再関連付け要求に応答するか、新しいターゲットAPで交換に応答した後に、クライアントとアクセスポイントに適用されます。

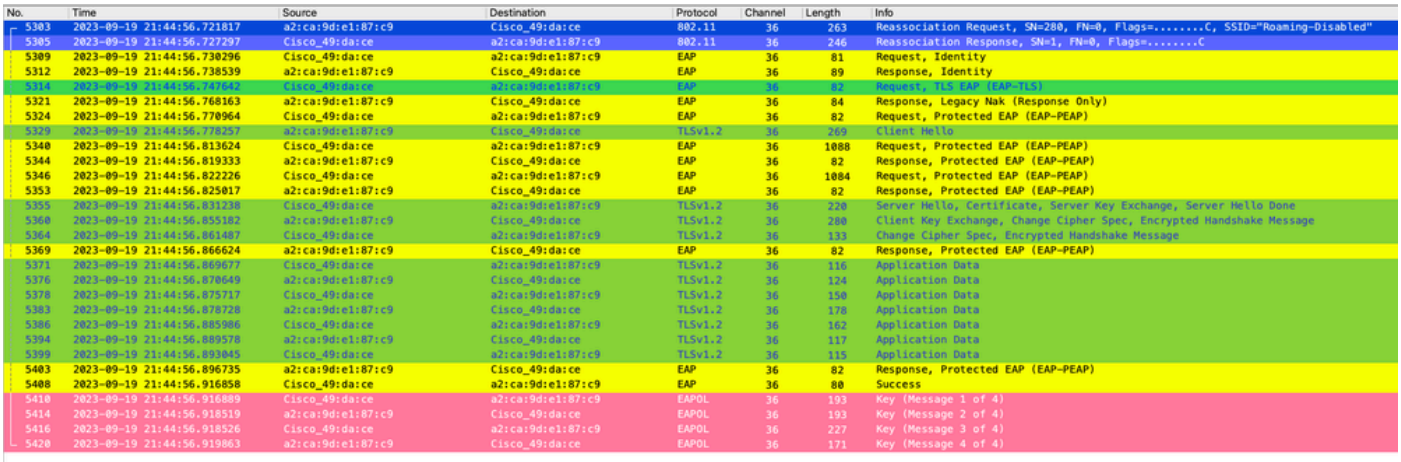



```
2023/09/19 21:54:25.913247615 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot11] [15403]: (note): MAC: 62be.a38b.07c5 Associatio
!--- Reassociation Response is sent to the client.

2023/09/19 21:53:59.692212232 {wncd_x_R0-0}{1}: [client-orch-state] [15403]: (note): MAC: 62be.a38b.07c
!--- Client took an IP address and moved to run state.
```

高速ローミングのプロトコルが無効なSSID（802.11r、802.11k、および802.11v）

このシナリオでは、802.1x SSIDですべてのプロトコルが無効にされています。この場合、ワイヤレスクライアントがアクセスポイント間をローミングするたびにクライアントで完全な認証が発生します。次の図は、クライアントがEAP交換をスキップできなかったことを確認できる、無線での交換の例です。したがって、どの高速ローミング方式もイネーブルになっていないため、完全な再認証が行われました。



Over-The-Airプロトコル無効

このローミングイベントのコントローラRAトレースの要約を次に示します。

```
2023/09/19 21:44:47.425575500 {wncd_x_R0-0}{1}: [client-orch-sm] [15403]: (note): MAC: a2ca.9de1.87c9 R
!--- Reasscoiation Request is received from the client.

2023/09/19 21:44:47.425980179 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot11-validate] [15403]: (ERR): MAC: a2ca.9de1.87c9 Fa
!--- Since none of the roam methods are enabled, WLC/AP could not find any PMKID available.

2023/09/19 21:44:47.426252733 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot11] [15403]: (note): MAC: a2ca.9de1.87c9 Associatio
!--- Reasscoiation Response is sent to the client.

2023/09/19 21:44:47.444466744 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot1x] [15403]: (info): [a2ca.9de1.87c9:capwap_9000000
2023/09/19 21:44:47.444469338 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot1x] [15403]: (info): [a2ca.9de1.87c9:capwap_9000000

2023/09/19 21:44:47.444481064 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot1x] [15403]: (info): [a2ca.9de1.87c9:capwap_9000000
2023/09/19 21:44:47.471913767 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot1x] [15403]: (info): [a2ca.9de1.87c9:capwap_9000000
2023/09/19 21:44:47.471916029 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot1x] [15403]: (info): [a2ca.9de1.87c9:capwap_9000000

2023/09/19 21:44:47.475646582 {wncd_x_R0-0}{1}: [radius] [15403]: (info): RADIUS: Received from id 1812

2023/09/19 21:44:47.627108647 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot1x] [15403]: (info): [a2ca.9de1.87c9:capwap_9000000

2023/09/19 21:44:47.627110791 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot1x] [15403]: (info): [a2ca.9de1.87c9:capwap_9000000

2023/09/19 21:44:47.631319121 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot1x] [15403]: (info): [a2ca.9de1.87c9:capwap_9000000

2023/09/19 21:44:47.657492378 {wncd_x_R0-0}{1}: [radius] [15403]: (info): RADIUS: Received from id 1812

2023/09/19 21:44:47.657840708 {wncd_x_R0-0}{1}: [dot1x] [15403]: (info): [a2ca.9de1.87c9:capwap_9000000
!--- Full Reauthentication EAP exchange packets.

2023/09/19 21:44:47.658787303 {wncd_x_R0-0}{1}: [client-keymgmt] [15403]: (info): MAC: a2ca.9de1.87c9 EA

2023/09/19 21:44:47.662831295 {wncd_x_R0-0}{1}: [client-keymgmt] [15403]: (info): MAC: a2ca.9de1.87c9 M

2023/09/19 21:44:47.662931971 {wncd_x_R0-0}{1}: [client-keymgmt] [15403]: (info): MAC: a2ca.9de1.87c9 EA

2023/09/19 21:44:47.665864464 {wncd_x_R0-0}{1}: [client-keymgmt] [15403]: (info): MAC: a2ca.9de1.87c9 M
!--- 4-way handshake in order to compute the PTK/GTK keys.
```

802.11kが有効なSSID

802.11k標準では、クライアントは、サービスセット内のローミングの適切な候補となるAPに関する情報が含まれているネイバーレポートを要求できます。これにより、クライアントが別のアクセスポイントへの移動を決定する前に、クライアントはパッシブまたはアクティブなRFスキャンを回避できます。C9800は、11k assisted roamiと呼ばれる機能をサポートしています。この機能は、802.11kクライアントに最適化されたネイバーリストを作成して配信します。802.11kネイバーリストはオンデマンドで生成され、WLCは囲まれたAPとの個々のクライアントRF関係を考慮するため、異なるAP上の2つのクライアントで異なる場合があります。

82.11kプロトコルをサポートしていないクライアントは、ネイバーリスト要求を送信しません。これにより、それらのクライアントを支援する予測最適化が可能になります。その結果、ネイバ

ーリストがC9800のモバイルステーションソフトウェアデータ構造に保存されます。

クライアントは、ビーコンでRM機能情報要素(IE)をアドバタイズするアクセスポイントに関連付けられてからのみ、ネイバーリストの要求を送信します。次の図は、クライアントがアクセスポイントに関連付けられた後の802.11kアクションフレームの例です。

```
> 802.11 radio information
> IEEE 802.11 Action, Flags: ........C
v IEEE 802.11 Wireless Management
  v Fixed parameters
      Category code: Radio Measurement (5)
      Action code: Neighbor Report Response (5)
      Dialog token: 42
  v Tagged parameters (90 bytes)
    v Tag: Neighbor Report
        Tag Number: Neighbor Report (52)
        Tag length: 13
        BSSID: Cisco_7f:a2:2f (14:16:9d:7f:a2:2f)
      > BSSID Information: 0x000002f7
        Operating Class: 115
        Channel Number: 36 (iterative measurements on that Channel Number)
        PHY Type: 0x07
    v Tag: Neighbor Report
        Tag Number: Neighbor Report (52)
        Tag length: 13
        BSSID: Cisco_b9:35:ee (d4:78:9b:b9:35:ee)
      > BSSID Information: 0x000002f7
        Operating Class: 121
        Channel Number: 140 (iterative measurements on that Channel Number)
        PHY Type: 0x07
    v Tag: Neighbor Report
        Tag Number: Neighbor Report (52)
        Tag length: 13
        BSSID: Cisco_1a:10:ce (d4:e8:80:1a:10:ce)
      > BSSID Information: 0x000002f7
        Operating Class: 121
        Channel Number: 128 (iterative measurements on that Channel Number)
        PHY Type: 0x07
    v Tag: Neighbor Report
        Tag Number: Neighbor Report (52)
        Tag length: 13
        BSSID: Cisco_2b:a5:0e (00:f6:63:2b:a5:0e)
      > BSSID Information: 0x000002f7
        Operating Class: 125
        Channel Number: 161 (iterative measurements on that Channel Number)
        PHY Type: 0x07
    v Tag: Neighbor Report
        Tag Number: Neighbor Report (52)
        Tag length: 13
        BSSID: Cisco_c9:be:2e (a0:23:9f:c9:be:2e)
      > BSSID Information: 0x000002f7
        Operating Class: 118
        Channel Number: 64 (iterative measurements on that Channel Number)
        PHY Type: 0x07
    v Tag: Neighbor Report
        Tag Number: Neighbor Report (52)
        Tag length: 13
        BSSID: Cisco_99:2b:0e (40:01:7a:99:2b:0e)
      > BSSID Information: 0x000002f7
        Operating Class: 118
        Channel Number: 52 (iterative measurements on that Channel Number)
        PHY Type: 0x07
```

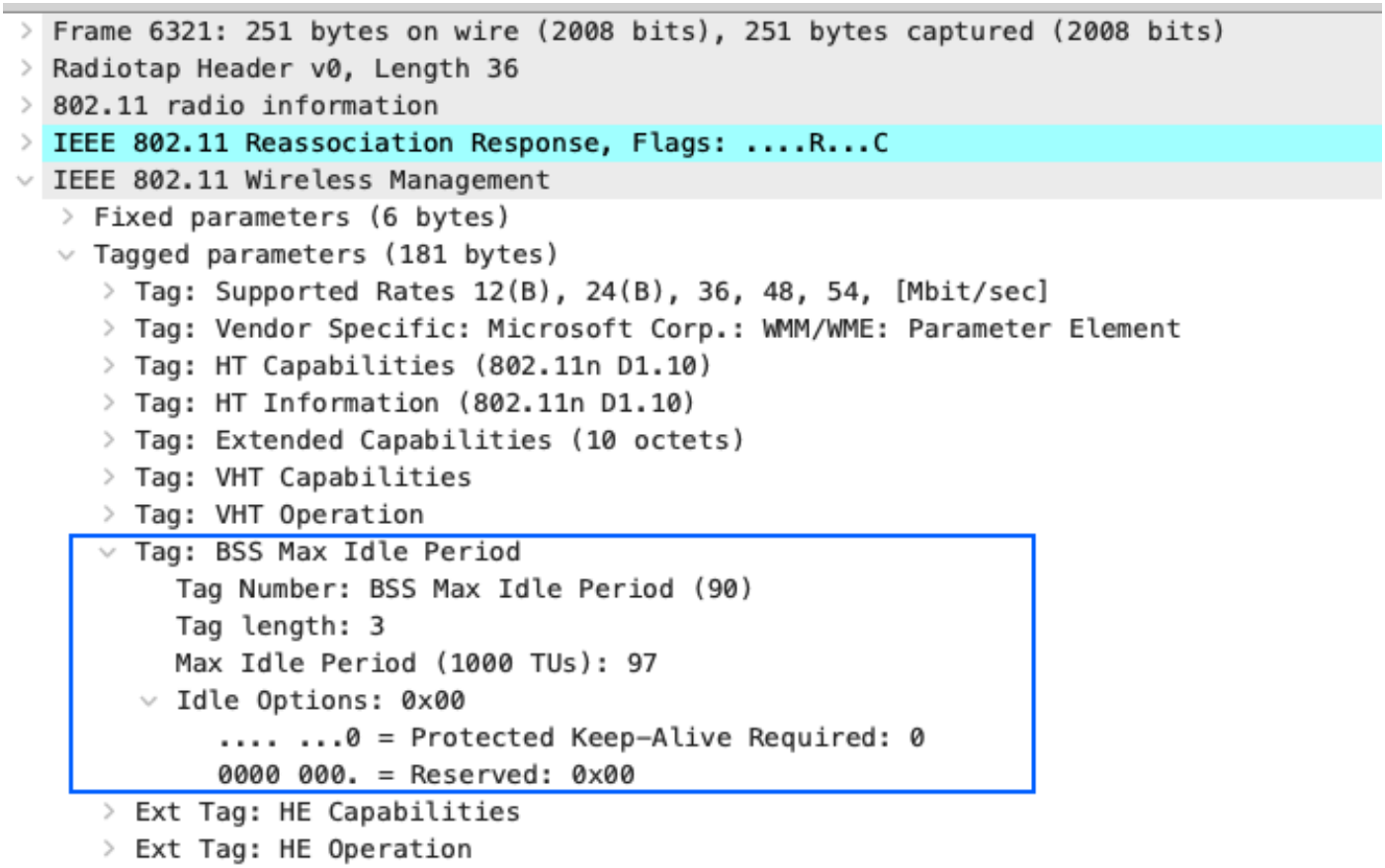
Over-The-Airネイバーレポート

802.11vが有効なSSID

802.11v標準では、ワイヤレスネットワーク管理に次の2つの主要な拡張機能があります。

- ネットワークアシストによる省電力機能:最大アイドル時間により、クライアントのバッテリ性能が向上します。この時間は、データフレームを送信することなくクライアントがスリープモードを維持できる時間を示します。クライアントには、アソシエーションおよびアソシエーション解除フレームを通じて、この最大アイドル期間が通知されます。

アクセスポイントがワイヤレスクライアントから一定の期間フレームを受信しない場合、アクセスポイントはクライアントがネットワークから離れたと見なし、クライアントの関連付けを解除します。BSS最大アイドル期間は、フレームを受信せずに関連付けられたクライアントをAPが保持できる時間です（クライアントはスリープ状態を維持できるため、バッテリの節約になります）。この値は、アソシエーションおよび再関連付け応答フレームを介してワイヤレスクライアントに送信されます。次の図は、アクセスポイントからの再関連付け応答の値を示しています。この値では、BSSの最大アイドル期間が時間単位で指定されています。単位が1.024ミリ秒に等しい場合は毎回：



Over-The-Air BSS期間の値

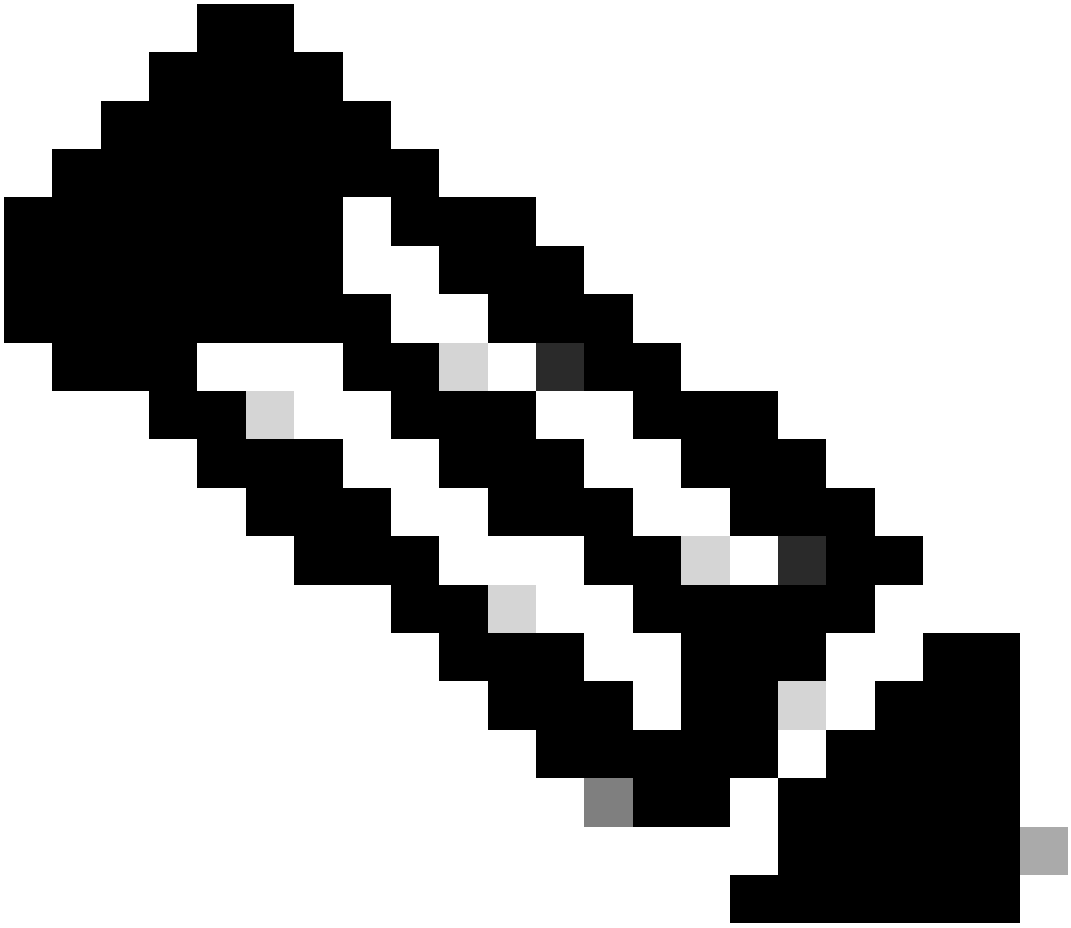
- ネットワークアシストローミング：ワイヤレスインフラストラクチャが、クライアントが現在のアクセスポイントからローミングすることを提案できるようにします。これにより、クライアントは、同じ拡張サービスセット(ESS)内でローミングできるアクセスポイント(AP)のリストを取得できます。

802.11v BSS移行管理フレームは、次の3つのシナリオで交換されます。

1. 送信要求：新しいアクセスポイントへの移行前に、クライアントは802.11v BSS移行管理クエリを送信して、再関連付けするアクセスポイントのより適切なオプションを見つけ、クライアントが接続されている現在のAPは、ローミング先の候補アクセスポイントのリストを提供するBSS移行管理要求で応答することができます。

2. 非要請ロードバランス要求：APの過負荷を回避するために、APが同じコントローラ上のアクセスポイント間でクライアントのロードバランスを行えるようにする機能。クライアント数がAPに対して設定されているロードバランスしきい値を超えると、APとの関連付けを試行するすべての新しいクライアントは、ステータス17（APビジー）のアソシエーション応答で拒否されます。通常、拒否されたクライアントは、クライアントがアソシエーション拒否を取得した後でも、同じロード済みAPへのアソシエーションを試みます。これは、RSSIの観点からは、そのAPが最も適したオプションである場合です。たとえば、1つのAPでサービスを提供する会議室に40人のユーザがいるとします。802.11v BSS Transition Management(BSS)クエリを使用すると、APが代わりにローミング先の候補APのリストを送信する場合に、ロードバランス障害をより円滑に処理できます。

3. 非要請の最適化されたローミング要求：ワイヤレスクライアントはRFをスキャンし、最も高い信号でAPにローミングすることが想定されます。ただし、一部のクライアントでは、ネイバーAPがより強い信号を提供する場合でも、関連付けられているAPと一緒にとどまるスティッキ動作が表示されます。これは、スティッキクライアントの問題と呼ばれます。この問題に対処するために、9800コントローラは、最適化ローミングと呼ばれる機能をサポートしています。この機能では、クライアントデータパケットおよびデータレートのRSSIが監視され、クライアントの関連付けが事前に解除されます。802.11v BSS遷移管理要求は、最適化されたローミングを強化します。このローミングは、クライアントに関連付けが間もなく解除されることを通知し、ローミング先のAPのリストを提供します。



注:TACの経験からすると、最適化ローミングはすべてのネットワークに適しているわけではありません。アクセスポイント間のカバレッジが十分に良好で、これが期待どおりに機能することを確認してください。そうしないと、有効にすると、さらに問題が発生する可能性があります。

APからクライアントに送信される802.11v BSS移行管理要求は、単なる推奨事項です。クライアントは提案を承認することも、廃棄することもできます。9800ワイヤレスコントローラには、Imminent Disassociationと呼ばれる設定オプションがあり、クライアントが定義された時間内に別のAPと再アソシエーションしない場合に、クライアントのアソシエーション解除を強制的に実行します。このコマンドは、特定のWLANプロファイルでbss-transition disassociation-imminentコマンドを使用したCLIからのみ設定できます。

関連情報

- 802.11r BSS高速移行
- 802.11kネイバーリストとAssisted Roaming

- 802.11v BSS
- シスコのテクニカルサポートとダウンロード

翻訳について
シスコは世界中のユーザにそれぞれの言語でサポート コンテンツを提供するために、機械と人による翻訳を組み合わせて、本ドキュメントを翻訳しています。ただし、最高度の機械翻訳であっても、専門家による翻訳のような正確性は確保されません。シスコは、これら翻訳の正確性について法的責任を負いません。原典である英語版（リンクからアクセス可能）もあわせて参照することを推奨します。