

初級ネットワーク技術者研修

無線LAN基礎セミナー テキスト

情報通信設備協会



無線LAN基礎セミナー

オンラインセミナー
ウェビナー

アライドテレスیس株式会社



V2.2

無線LAN基礎セミナーの内容

① 無線LANの概要

(3P)

通信方式、規格、周波数帯、チャンネル、高速化技術、SSID

② 技術編

(11P)

無線LANの電波干渉、ローミング、マルチSSID、WDS

③ セキュリティ編

(18P)

暗号（WEP/TKIP/AES）、認証（WPA2パーソナル・エンタープライズ）

④ 無線LAN製品と最新技術の紹介

(23P)

TQシリーズ/TQmシリーズ、AWC、AWC-CB、AWC-SC



①無線LANの概要

無線LANの通信方式

現在の有線Ethernetは、Full Duplex（全二重）通信が主流です

一方、無線LANのアクセス方式は、有線EthernetにおけるHalf Duplex（半二重）通信に似ています。複数端末が同時に送信することはできません
従って、端末数の増加に伴い、パフォーマンスは低下する傾向があります

無線LANはHalf Duplexで動作するHUB（リピーター）のネットワークと似ています

HUB（リピーター）：CSMA/CD



Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect
（衝突検出機能付きキャリア感知多重アクセス）

パケットの衝突が前提となっており、
「パケットの再送」が発生しやすい

無線LAN：CSMA/CA



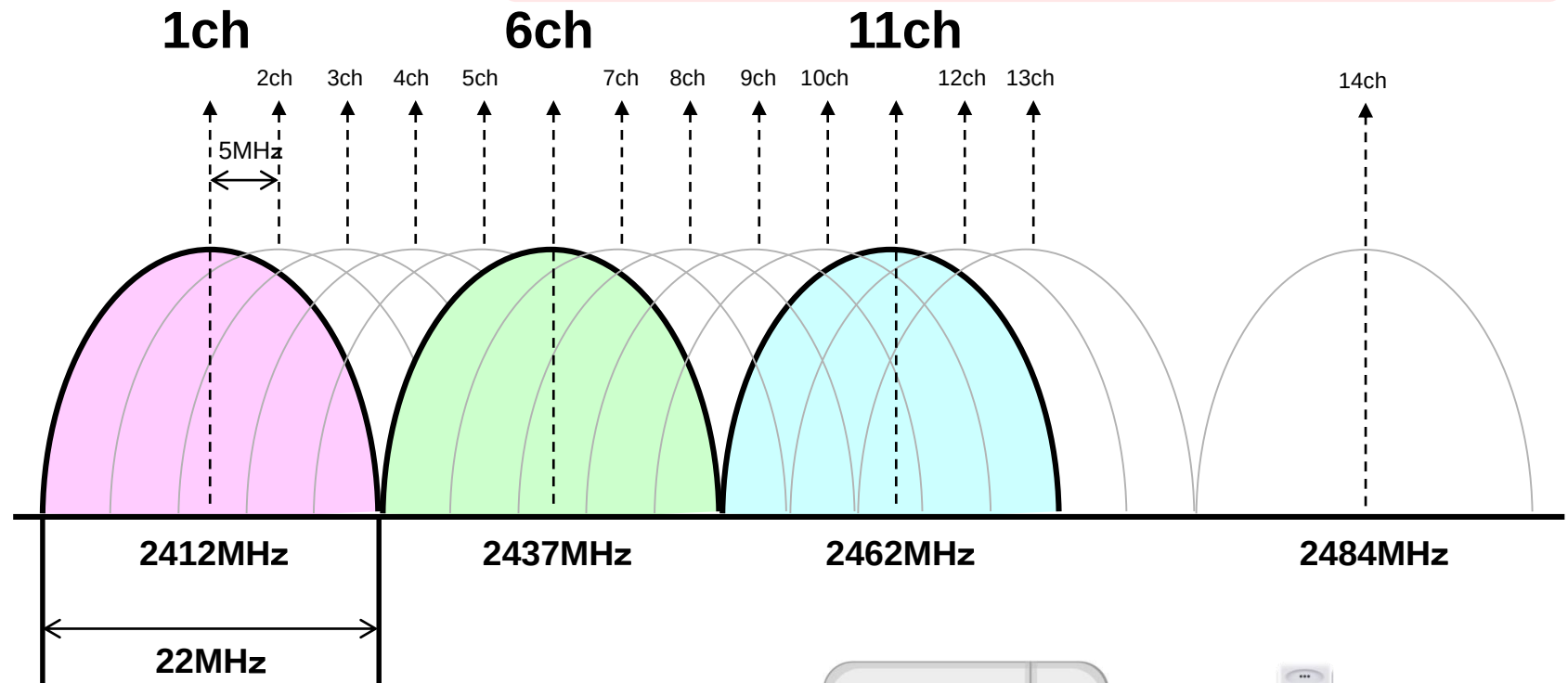
Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
（衝突回避機能付きキャリア感知多重アクセス）

パケットの衝突が発生しにくくなるシステムを取り入れています

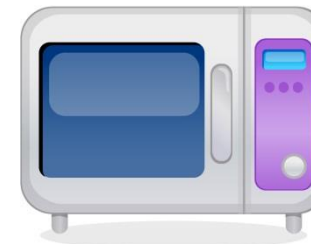
無線LANのチャンネル（2.4GHz帯）

2.4GHzの周波数帯では、中心周波数が2412MHzから2484MHzまで、5MHz間隔でチャンネルが定められています。現在干渉なしで利用できるチャンネルは1ch・6ch・11chの計3チャンネルです。

* IEEE802.11b利用の場合は14チャンネルだけ
中心周波数が離れていますので最大4チャンネル利用可能です。



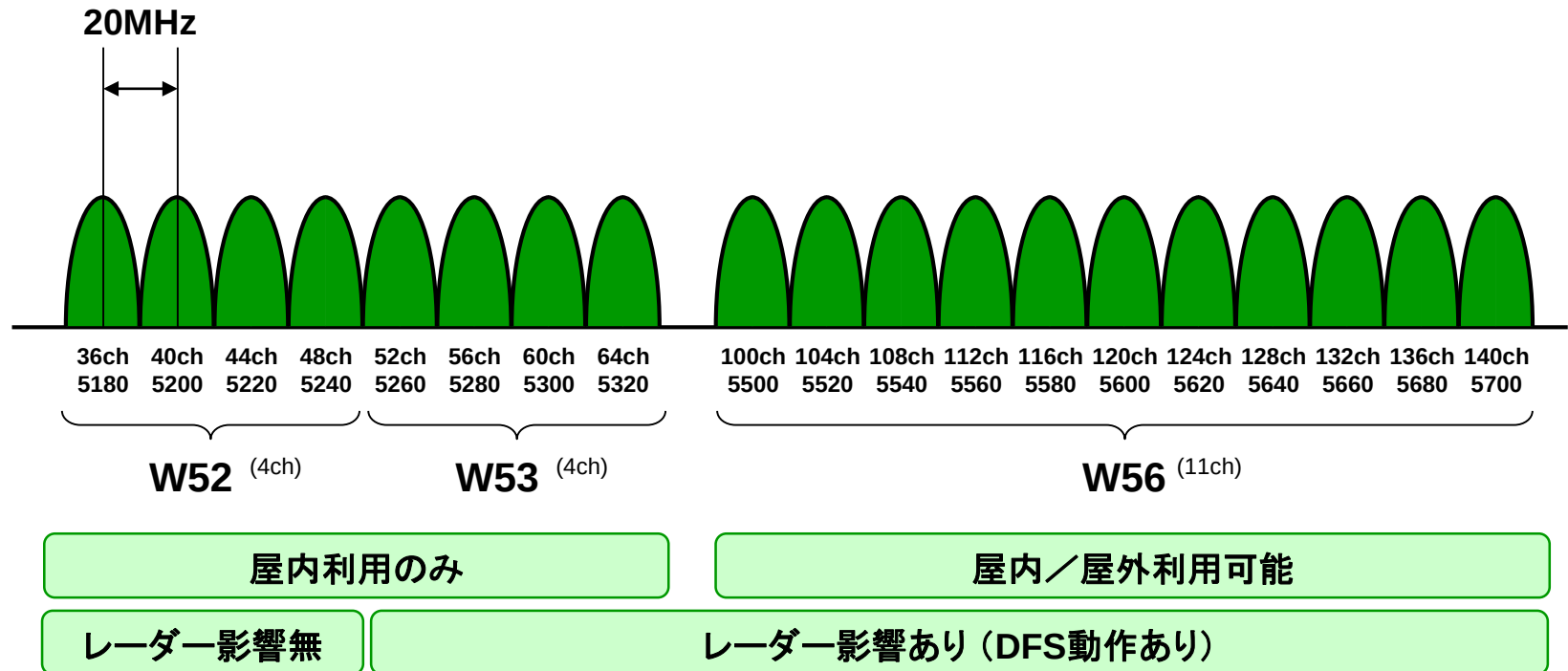
規格 (モード)	伝送速度 (理論値)
802.11b	最大11Mbps
802.11g	最大54Mbps
802.11n	最大600Mbps (450Mbps)
802.11ax	最大9.6Gbps



電子レンジやコードレスフォンからの影響を受ける場合があります。

無線LANのチャンネル（5GHz帯）

5GHzの周波数帯は、20MHz間隔でチャンネルが定められています。2.4G帯とは異なり、隣接チャンネルを使用しても干渉がおこりません。



DFS (Dynamic Frequency Selection) について

無線APがDFSチャンネルを利用する場合は、そのチャンネルでレーダー波が検出されないことを60秒確認します。確認中は電波を送信できません。なお、レーダー波を検出したAPはそのチャンネルを一定時間使用できなくなります。

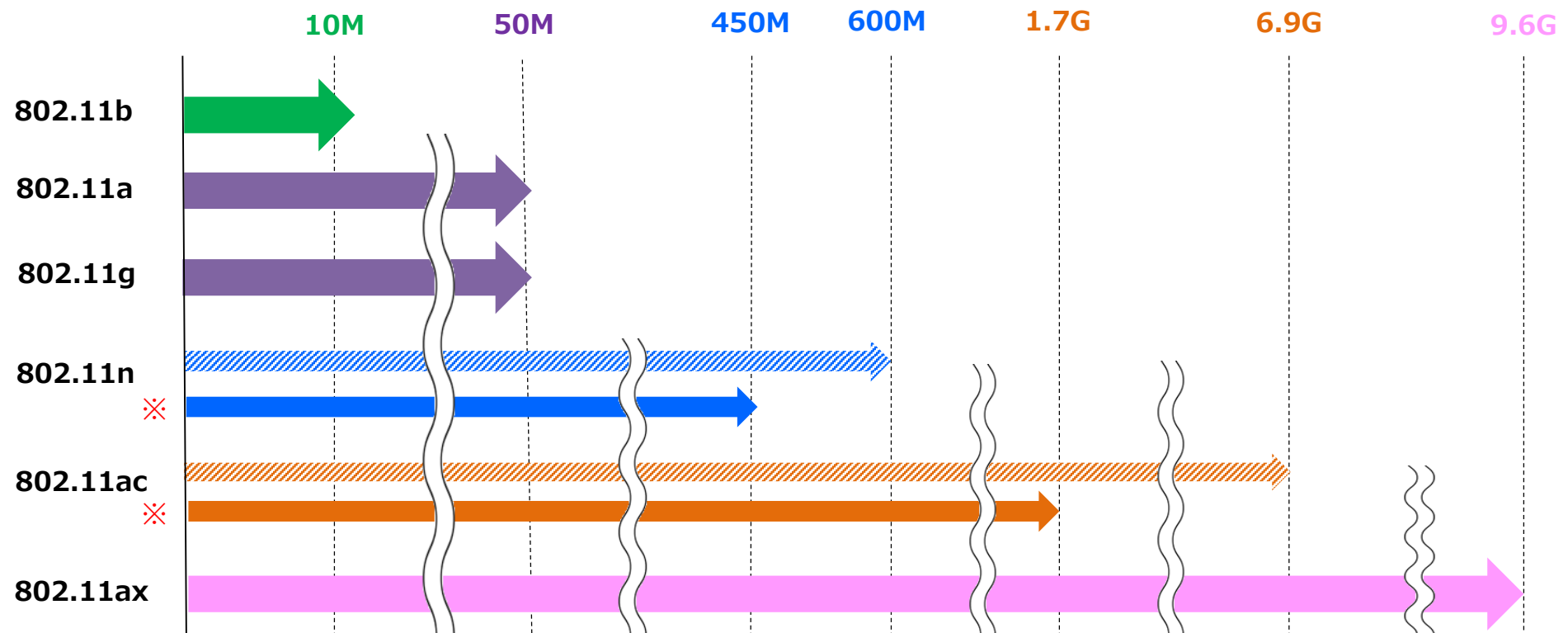
規格 (モード)	伝送速度 (理論値)
802.11a	最大54Mbps
802.11n	最大600Mbps (450Mbps)
802.11ac	最大6.9Gbps (1.7Gbps)
802.11ax	最大9.6Gbps

無線規格

無線LANは規格によって通信速度が異なります。

無線LANの通信速度は、無線アクセスポイントの電波強度に左右されますが、その電波強度は「無線アクセスポイントと無線端末との通信距離」や「無線アクセスポイントと無線端末の間に介在する障害物の有無とその材質」によって左右されます。

IEEE802.11b/a/g/n/acが現在の無線LANで使用される主な規格ですが、最近ではIEEE802.11ax規格を実装した無線アクセスポイントも存在します。



※アライドテレスिस製品での対応スピード表現です

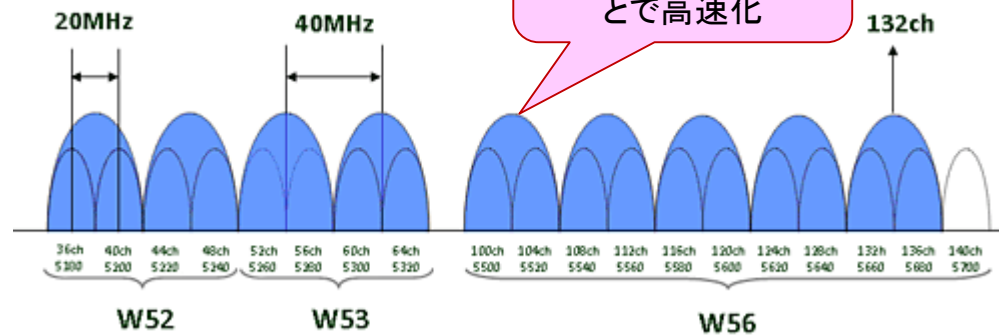
高速化技術（11n/11ac）

東名高速道路は輸送量拡大のためにどのような手段を用いたでしょうか

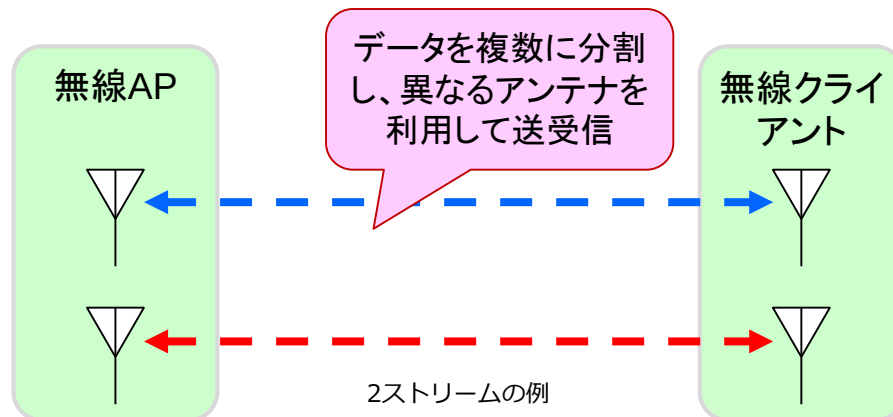
- ・車線数の拡大
- ・第2東名の建設

無線の高速化技術も同様です

・チャンネルボンディング



・ストリーム多重（MIMO）



11n

	20 MHz	40 MHz
1ストリーム	72.2 Mbps	150 Mbps
2ストリーム	144.4 Mbps	300 Mbps
3ストリーム	216.8 Mbps	450 Mbps
4ストリーム	288.9 Mbps	600 Mbps

最大伝送速度（理論値）

11ac

	20 MHz	40 MHz	80 MHz	160 MHz
1ストリーム	86.7 Mbps	200 Mbps	433 Mbps	867 Mbps
2ストリーム	173.3 Mbps	400 Mbps	867 Mbps	1.73 Gbps
3ストリーム	288.9 Mbps	600 Mbps	1.3 Gbps	2.34 Gbps
4ストリーム	346.7 Mbps	800 Mbps	1.7 Gbps	3.47 Gbps
8ストリーム	693.3 Mbps	1.6 Gbps	3.4 Gbps	6.93 Gbps

最大伝送速度（理論値）

IEEE802.11ac Wave1/Wave2

- IEEE802.11ac では、搭載している技術によって、第1世代（Wave1：ウェイブワン）と第2 世代（Wave2：ウェイブツー）に分かれます
- 11ac の技術をフルに活用することで、規格上の理論値である最大通信速度、6.93Gbps となります

技術	Wave1	Wave2
最大通信速度	1.3Gbps	6.93Gbps
最大チャネルボンディング幅	80MHz	160MHz
空間ストリーム数	最大 3	最大 8
MIMO	Single User MIMO	Multi User MIMO

NOTE

IEEE802.11ac が正式承認される2014 年1 月までの暫定技術を Wave1、正式承認された技術をWave2 としており、11ac 対応とされている製品でも、サポート技術に違いがあります

【Wave2 Multi User MIMOの効果】

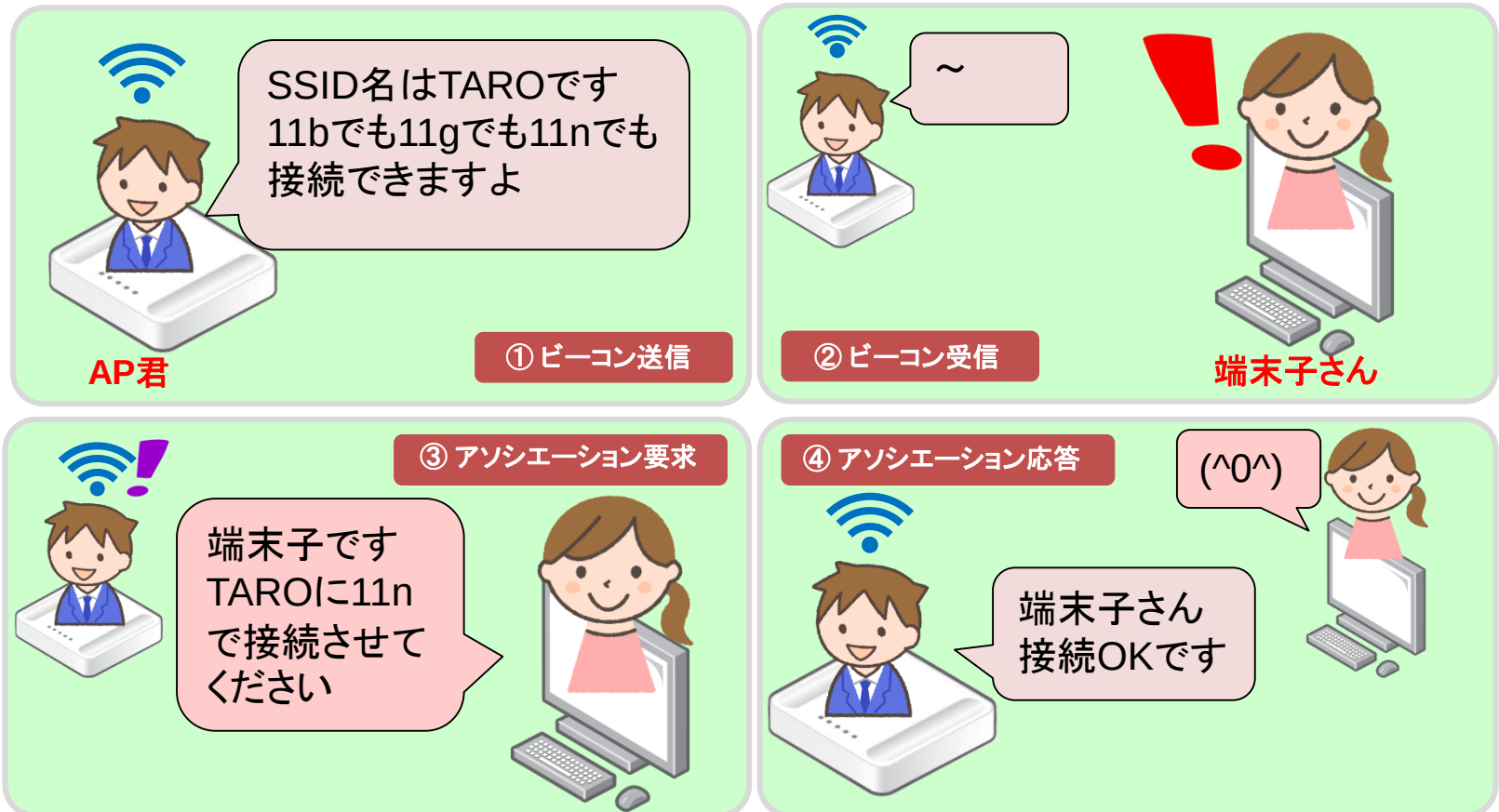
- 無線LAN の通信待ち時間が短縮され、効率的な通信が可能となります
- スマホやタブレットなど複数の端末を接続した時に速度低下を防ぐメリットがあります

無線LANの接続名 (SSID)

パソコンやスマートフォンからWi-Fiに接続しようとする時、接続先のネットワーク名が表示されますネットワーク名とは、無線アクセスポイントが電波につける名前です。一般的に**SSID** (Service Set Identifier)* と呼ばれます



無線APは自分が提供する電波を、定期的に自己紹介しています
これを「ビーコンの送信」と言いますビーコンの中身はSSID名や通信モードなどの情報を含んでいます



・ESSID (Extended SSID)と
呼ばれることもあります

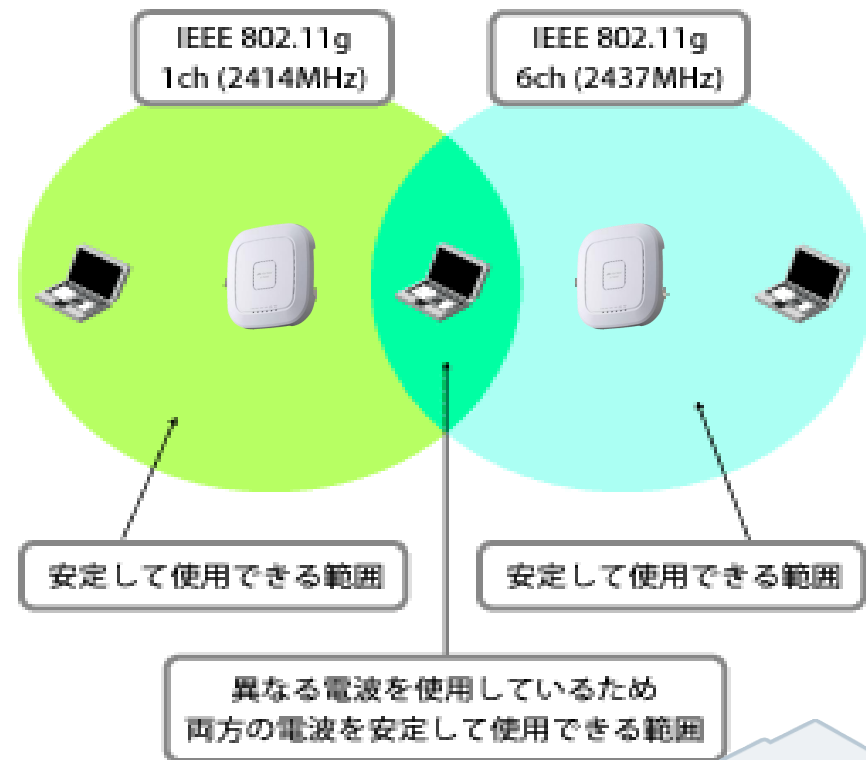
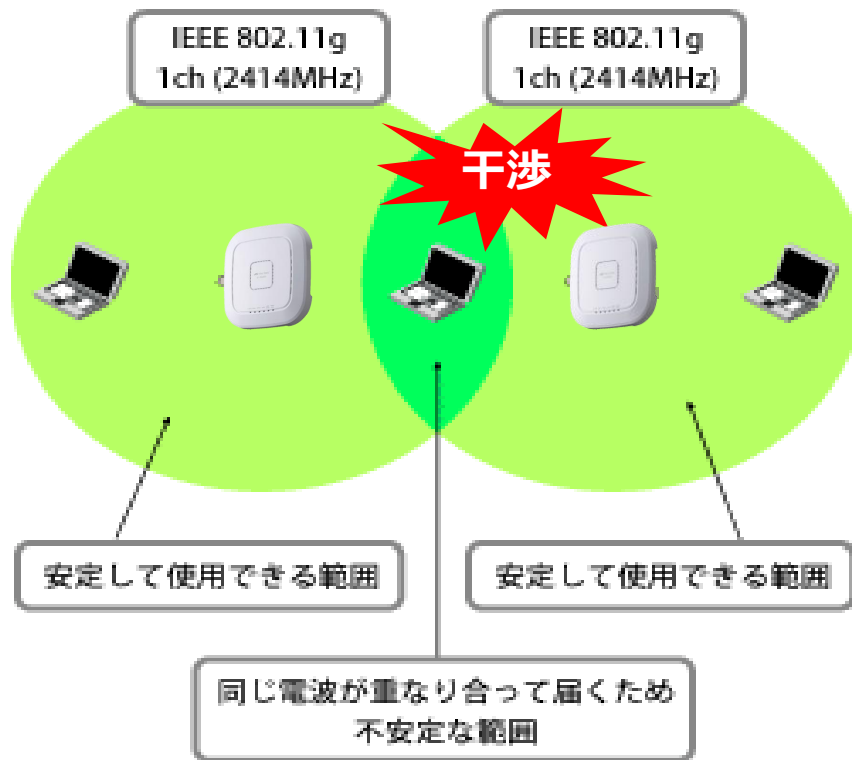
・SSID名は通常1～32文字
の半角英数記号で表します



②技術編

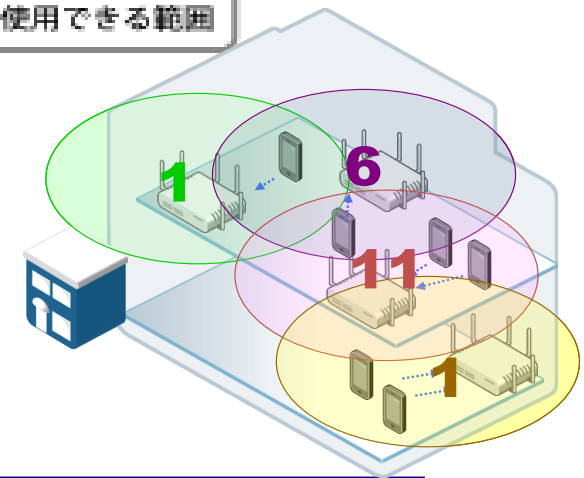
無線LANの電波干渉

無線LANで使用する電波は、チャンネル(CH)と呼ぶ周波数帯に分割されています
周波数が干渉する電波同士がぶつкаると、通信速度が低下する等、問題となる場合があります



■設計例

- APの電波が互いに届かない場合は同じCHを設定可能
(図では1ch設定部位が該当)
- APの電波が互いに届く場所では重複しないCHを設定する
- APを密に配置する必要がある場合は、電波出力を弱くしたり
Ch重複を認識の上で設定する

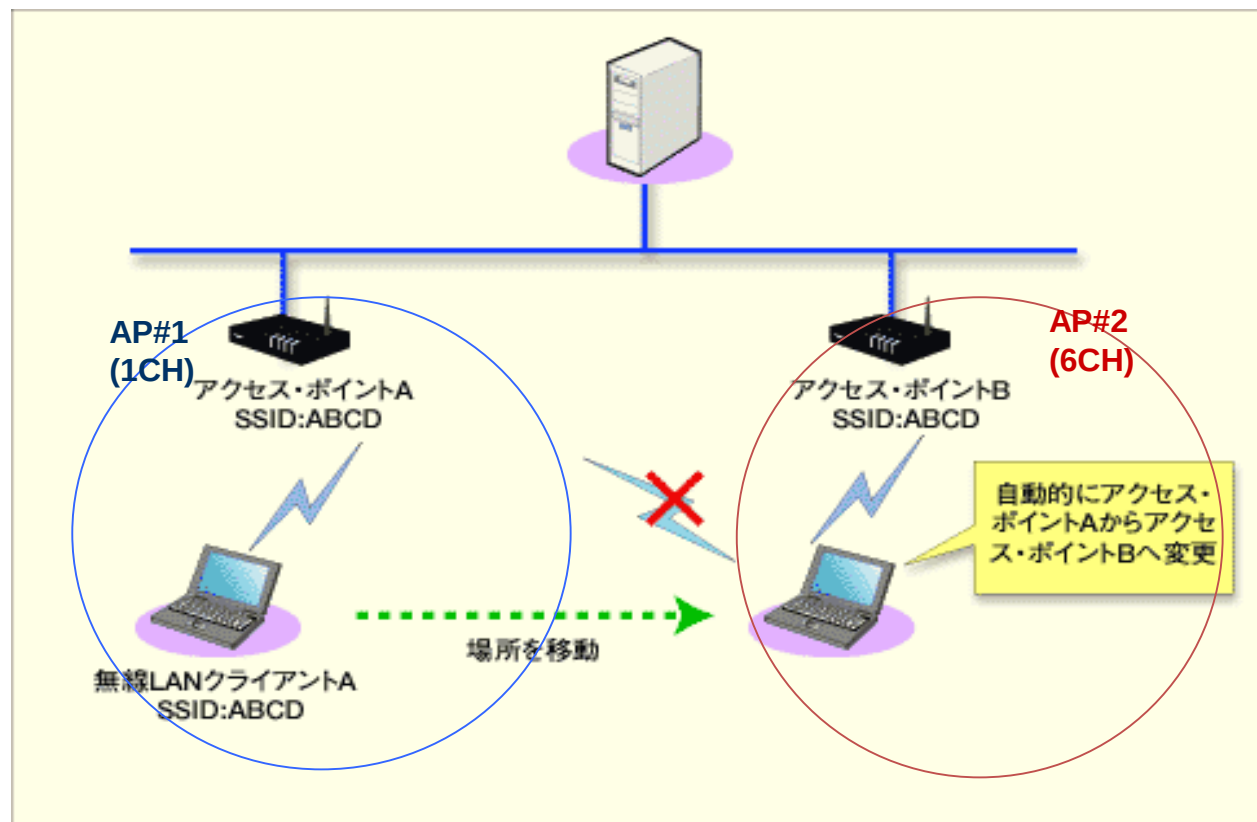


ローミング

ローミングとは

あるAPに接続していたクライアントが移動したなどで、APとの接続性が弱くなる、または切れた際に、同じSSIDをもつ異なるAPに接続を切替える一連の動作をローミングと言います（クライアント側で提供される機能です）

- 一般的に全く通信が途切れることなく、ローミングすることはできません（瞬断する）
- 通信速度が下がっても、最初に接続したAPとの通信が維持されている限り、他のAPへのローミングは行われません



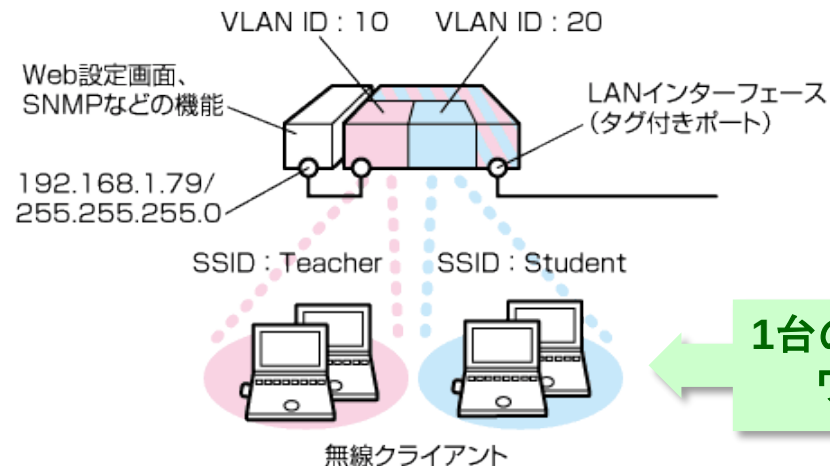
マルチSSID (VAP)

1台のアクセスポイントを複数のアクセスポイントのように動作させる機能、それがマルチSSIDです。一般的には**VAP** (Virtual Access Point) と呼ばれます

◆複数VLANを1台のAPに収容

例えば、学校内ネットワークで、「教師用」、「生徒用」などというように複数のVLANを持つネットワークに対して無線クライアントを接続する場合を考えてみます
VAPに対応する無線APであれば、先生は「教師用」のSSIDに接続し、生徒は「生徒用」のSSIDに接続します各々の通信は有線側でVLANのタグ付きフレームとなります

VAPによるVLANの分割例



ポイント!

必要以上にVAPを増やすと、無線通信のパフォーマンスが低下することがあります

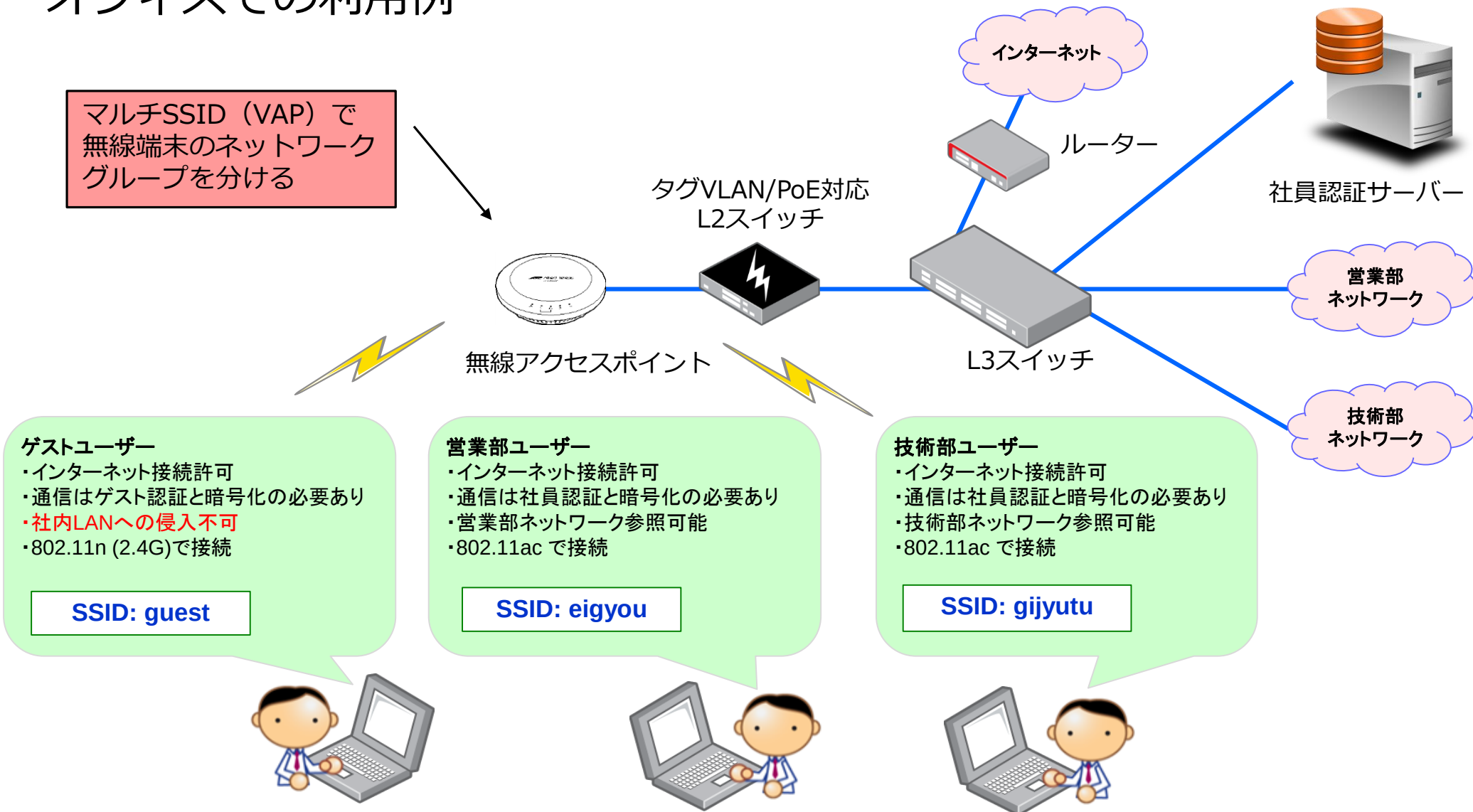
VAPを増やす

ビーコンが増える

通信帯域を圧迫する

マルチSSIDを使ったネットワーク例

オフィスでの利用例



学校や病院、公共施設などのネットワークでも、同様に構成することが可能です

無線AP同士の接続（WDS）

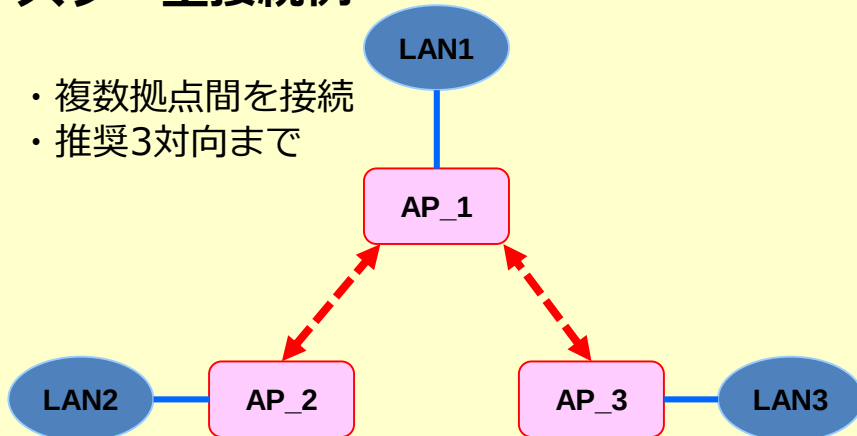
有線LANの一部区間を無線化したい場合や、無線のエリア拡張を行いたい場合などは、無線アクセスポイント同士を対向接続することで対応できますこのような接続形態を**WDS** (Wireless Distribution System) 接続と言います



WDSによる接続と、無線クライアントの接続サービスを同時に提供することも可能です。この場合は異なる周波数帯で提供されることをお勧めいたします

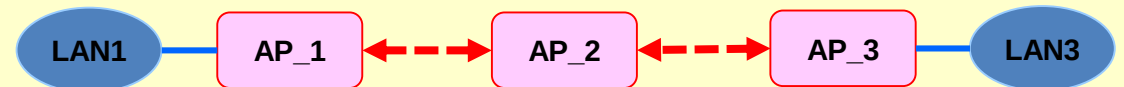
スター型接続例

- ・複数拠点間を接続
- ・推奨3対向まで



多段接続例

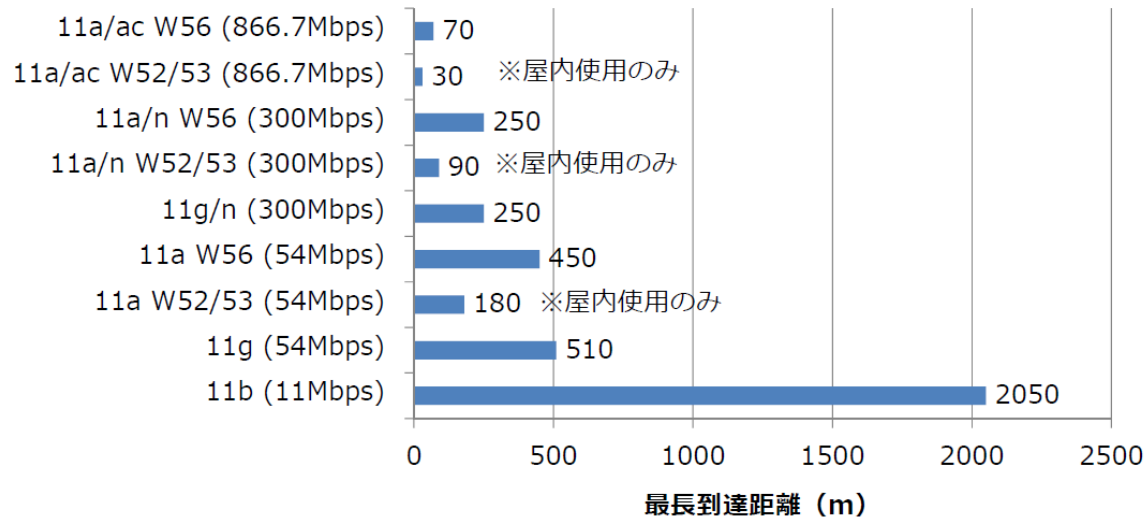
- ・エリア拡張時に有効
- ・最大2段（中継1回）まで



パフォーマンスが要求されるケースでは、1対向でご利用ください

通信速度と距離の関係

WDS利用時の通信速度と伝送距離（理論値）



無線LANの通信距離を検討する上でポイントになるのは

- ・無線規格（通信速度、周波数:802.11b/a/g/n/ac）
- ・環境（屋内/屋外、見通し、APの地上高など）

※上記データは、当社の屋外モデル「TQ4400e」を2台対向でWDS接続した場合の理論値です。
実際に設置された環境などにより実測値は異なりますので事前検証が必要になります。

■通信速度

低速の規格であるほど、長距離の通信が可能（11bは長距離向き）

■周波数帯

2.4GHz帯は5GHz帯と比較して障害物に強く、距離を伸ばしやすい（ただし干渉が無いこと）

■屋内/屋外

屋内はマルチパスが発生しやすく、距離を伸ばすことが難しい

■見通し

障害物がある場合、金属やコンクリートは電波が通り抜けにくい

■アクセスポイントの地上高

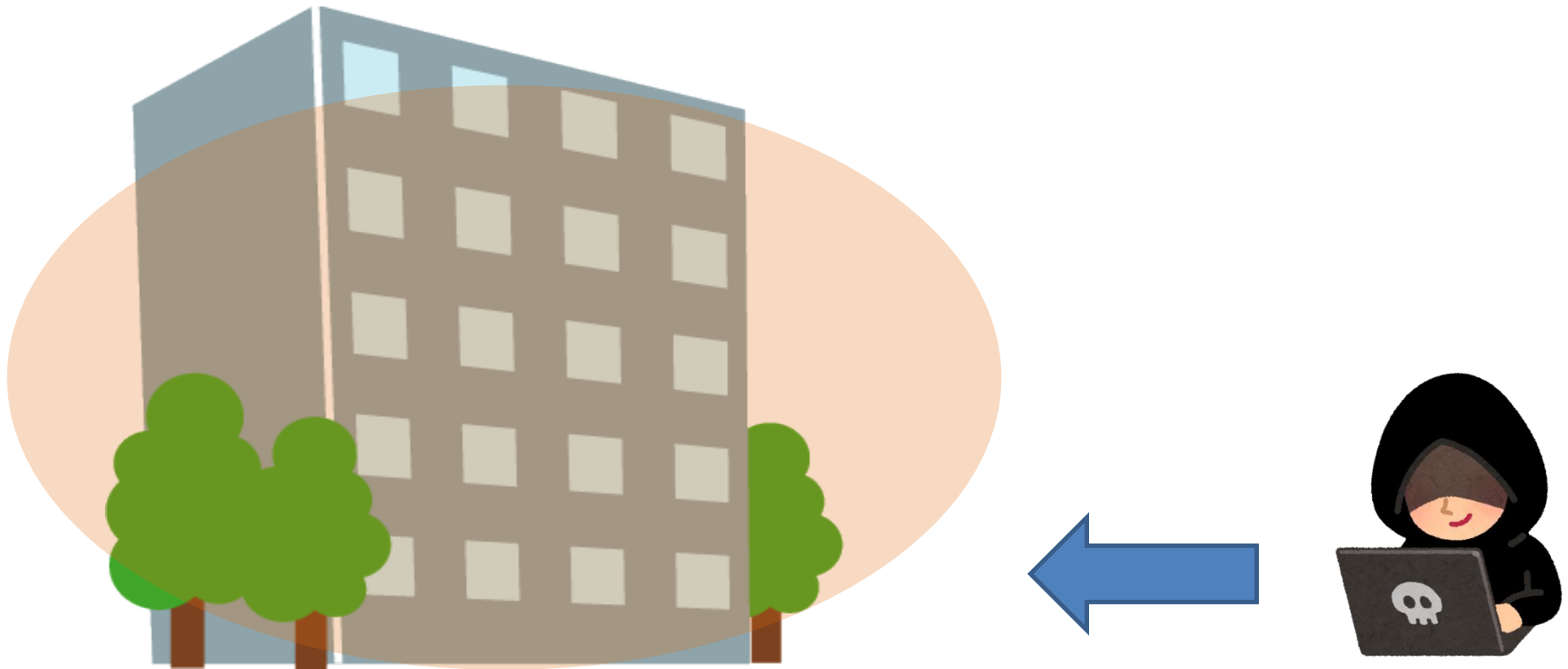
地面に近いとマルチパスが発生しやすい



③セキュリティ編

電波は外に漏れます！

社内ネットワークの有線LANポートへのアクセスは、機器を社外から接続されない位置に設置して防止しますが、無線LANの電波は社外に漏れてしまいます



電波が漏れるとどのようなリスクがあるのでしょうか？

セキュリティ対策のない無線ネットワークでは

- 誰でも**接続**できてしまいます

利用者の利便性は良い反面、悪意のユーザーに対する強力な対策が必要となります

- 誰でも**傍受**できてしまいます

メール内容、Web閲覧状況などは簡単に盗み見することができます

Capturing from Acrylic NDIS NETGEAR A6200 WiFi Adapter [Wireshark 1.12.6 (v1.12.6-0-gee1fce6 from master-1.12)]

Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: Expression... Clear Apply Save

Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3 0.190024000	Actiontec	Broadcast	802.11	256	Beacon frame, SN=12/6,
4 1.191126000	Pegatron	Broadcast	802.11	227	Beacon frame, SN=3372,
5 1.240119000	Technic	Broadcast	802.11	276	Beacon frame, SN=699, F
6 1.268069000	Pegatron	Broadcast	802.11	270	Beacon frame, SN=3733,
7 1.346140000	Pegatron	Broadcast	802.11	307	Beacon frame, SN=4008,
8 1.429124000	Apple_21	Apple_21	802.11	37	Clear-to-send, Flags=..
9 1.432009000	Apple_21	Action	802.11	55	802.11 Block Ack, Flags=
10 1.433003000	Apple_21	Action	802.11	37	Acknowledgement, Flags=
11 1.434003000	Apple_21	Action	802.11	37	Acknowledgement, Flags=
12 1.435009000	Apple_21	Action	802.11	37	Acknowledgement, Flags=
13 1.436002000	Apple_21	Action	802.11	55	802.11 Block Ack, Flags=
14 1.439021000	Apple_21	Action	802.11	37	Acknowledgement, Flags=
15 1.439986000	66:f4:c6	Broadcast	802.11	822	Action, SN=1638, FN=0,
16 1.440979000	Apple_21	Action	802.11	43	Request-to-send, Flags=
17 1.441983000	Apple_21	Apple_21	802.11	37	Clear-to-send, Flags=..
18 1.443045000	Actiontec	(TA) Apple_21	802.11	55	802.11 Block Ack, Flags=
19 1.456016000	Actiontec	Action	802.11	37	Acknowledgement, Flags=
20 1.461106000	Actiontec	Broadcast	802.11	232	Beacon frame, SN=3818,
21 1.462104000	Apple_21	Action	802.11	43	Request-to-send, Flags=
22 1.463109000	Apple_21	Apple_21	802.11	37	Clear-to-send, Flags=..
23 1.464191000	Actiontec	(TA) Apple_21	802.11	55	802.11 Block Ack, Flags=
24 1.465129000	Actiontec	Action	802.11	37	Acknowledgement, Flags=
25 1.466016000	Actiontec	Action	802.11	37	Acknowledgement, Flags=
26 1.466997000	Actiontec	Action	802.11	37	Acknowledgement, Flags=



安全で安心な通信を提供するために

認証と暗号化

- 有線LANでは「ケーブルを接続する」というアクションが、ある意味でセキュリティの一つになっています。無線LANでこれに相当するセキュリティを確保するために「**認証**」が必要です。
- 有線LANで通信の傍受は困難ですが、無線LANでは誰でも容易に行うことができます。傍受を防ぐためには通信を**暗号化**する必要があります。

セキュリティの種類	暗号化	認証	キー	MFP*
スタティックWEP	WEP		64bit or 128bit	-
ダイナミックWEP (IEEE802.1X)	WEP	RADIUS		-
WPA-パーソナル	TKIP (AES)	○	半角英数記号 (8 - 63)	-
WPA2-パーソナル	AES (TKIP)	○	半角英数記号 (8 - 63)	○
WPA3-パーソナル	AES (TKIP)	○	半角英数記号 (8 - 63)	○(必須)
WPA-エンタープライズ	TKIP (AES)	RADIUS		-
WPA2-エンタープライズ	AES (TKIP)	RADIUS		○
WPA3-エンタープライズ	AES(CNSA)	RADIUS		○(必須)

【暗号の強度について】

CNSA > AES >> TKIP > WEP

となります。

WEPには脆弱性があります。利用は推奨できません。

*MFP (Management Frame Protection : 11ac対応製品のみ)

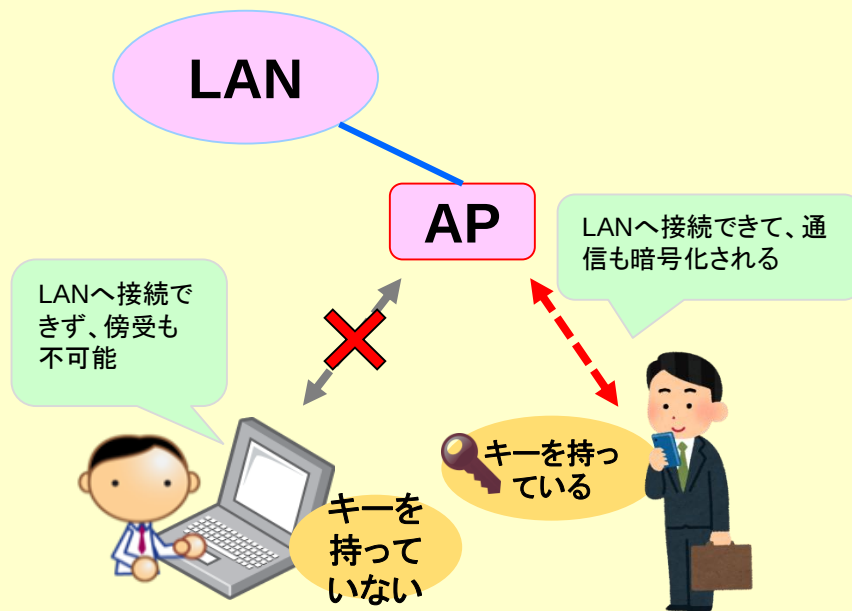
無線のセキュリティ構築イメージ

サービスの提供形態や規模によってセキュリティの種類を選択いただけます。

WPA2/3-パーソナル

WPA2-PSKやWPA3-SAEとも呼ばれます。
接続を許可したいクライアントに対しては、WPA2では事前共有キー（PSK）で、WPA3では同等性同時認証（SAE）により鍵交換をします。

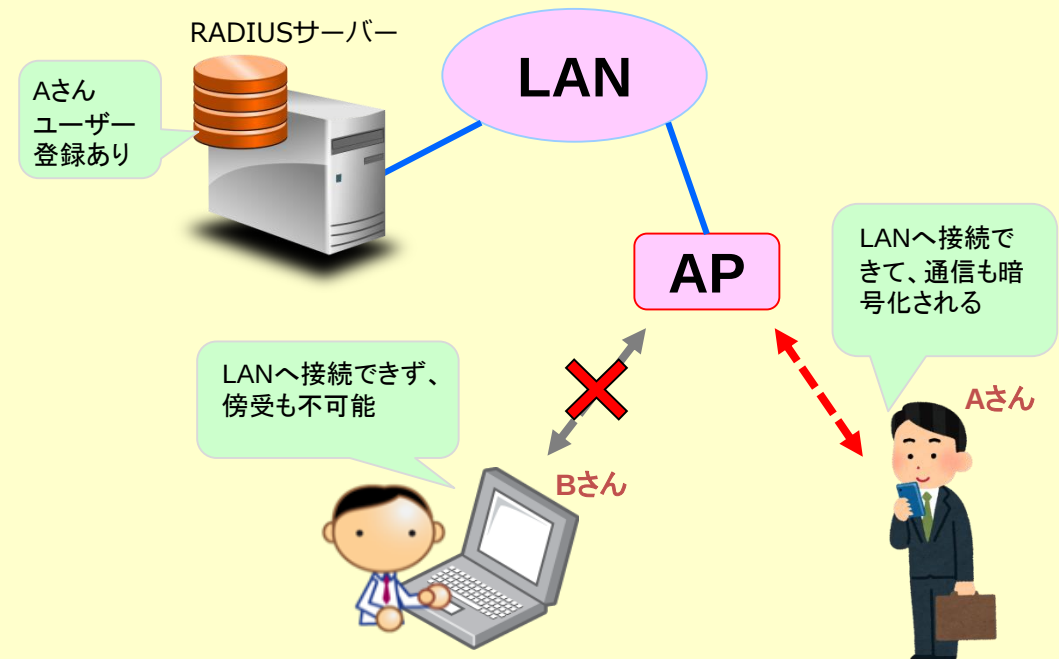
無線アクセスポイントの設定のみで認証と暗号化を行えますので、手軽にセキュリティを確保できます。



WPA2/3-エンタープライズ

認証用にRADIUSサーバーを使用します。
例えばRADIUSサーバーに登録されているユーザーのみをLANへ接続できるように設定可能です。

無線アクセスポイントにはRADIUSサーバー情報を設定するだけで詳細なユーザー管理を行うことができます。
WPA3では192ビットの暗号強度を実現しています。





④無線LAN製品と最新技術の紹介

自律型無線LANテクノロジー

ゲーム理論に基づく無線環境の最適化により、Network AIを実現します

- サーベイの労力・コストを大幅に削減すると同時に無線LAN環境を最適化
 - 詳細なサイトサーベイの必要がありません。常にチャンネル・電波出力を最適な状態に維持し続けます
- 外来波の影響を回避
 - 管理外アクセスポイントの影響も考慮し、最適かつ安定した無線環境を提供します
- 環境変化に柔軟に対応
 - レイアウト変更などによる無線環境の変化にもすばやく対応します



無線LAN導入を「より簡単に!」、「より早く!」

- 無線LANにおける問題



繋がらない

通信が遅い

不安定



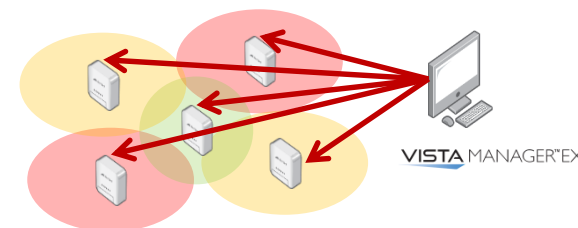
- 原因

- 様々な無線LAN利用機器の増大により電波干渉が発生する
- 入念なサイトサーベイを実施し、チャンネル設計しても電波状況が変わってしまう
- 導入後の運用管理が難しく、専門知識が必要/コストがかかる

- AWCの導入効果

従来の方式に比べると・・・

- AP同士が相対的に位置関係を把握し最適な電波出力を決定
- 各APが外来波の情報を常に収集し、電波の重なり率を計算
- 24時間分の蓄積されたデータをもとに最適なチャンネル設計を実現
だから・・・



-  周囲の電波状況を考慮してチャンネル/出力を自動調整
-  無線LANチャンネル設計に関する専門知識不要（スキルレスな運用が可能）
-  構築作業費や運用管理費などのコスト削減

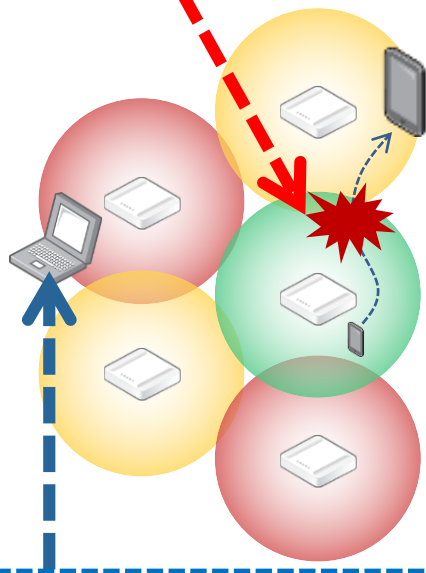
最新技術② AWC Channel Blanket



セル方式

～個々の無線APチャンネルが異なる～

パケットロスや遅延がローミング時に発生する（瞬断する）
⇒ **移動端末には不向き**



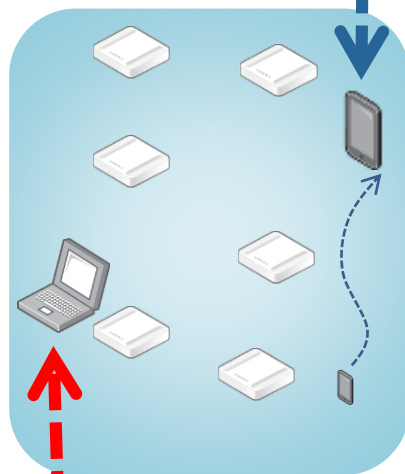
最適な収容数により高速無線通信
⇒ **固定端末には最適**

シングルチャネル方式

（チャンネルブランケット方式）

～全ての無線APチャンネルが同一～

単一チャネルでローミング・電波干渉なし
ローミングのパケットロスや遅延はない
⇒ **移動端末には最適**



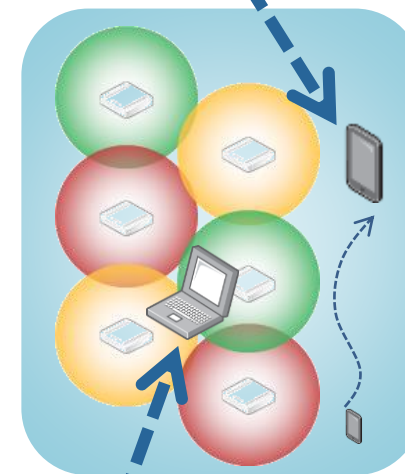
全端末が単一チャネルに収容される
電波が混み合いスループットが低下
⇒ **固定端末には不向き**

ハイブリット・ワイヤレスシステム

AWC Channel Blanket

～セルとシングルチャネルの融合～

単一チャネルでローミング・電波干渉なし
ローミングのパケットロスや遅延はない
⇒ **移動端末にも最適に運用**



最適な収容数により高速無線通信
⇒ **固定端末にも最適に運用**

パケットロスや遅延にシビアな IP電話、医療システム、ファクトリーオートメーション などのネットワークに最適な**ハイブリット・ワイヤレスシステム**環境を提供**世界初！**

AWC-CB ソリューションイメージ

※AWC-CB対応アクセスポイント



AT-TQ5403
AT-TQ5403e

高速・大容量が必要なマルチメディア
アプリケーション通信にはセル方式

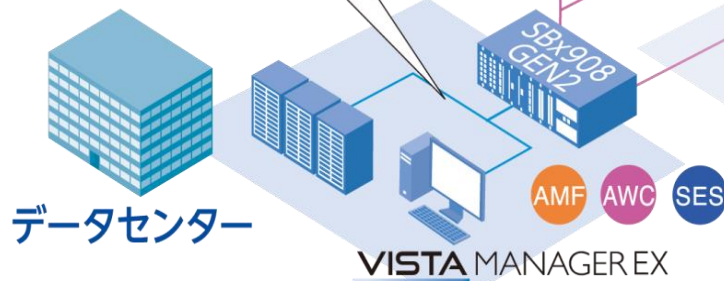
- 広帯域が必要なエリアには専用チャンネルのセルも提供
- 11ac wave2を活かした高速・大容量通信により最適な無線LAN環境を実現

フロアレイアウトの変更で電波環境が変化しても
電波出力調整のみで快適な無線環境を維持

- エリア全体をブランケットがカバーするため、スマートデバイスでの音声・映像が移動しても途切れず安定
- 常に最適なAPと接続するようAWCがコントロール
- スティッククライアント問題を解消

音声などパケットロスにシビアなアプリケーションには
シングルチャネル方式

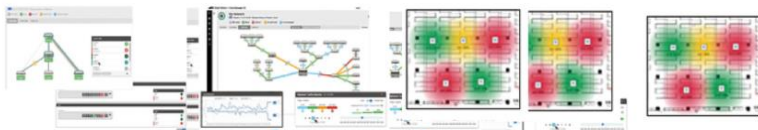
- AMFマスターとVista Manager EXで無線LAN・有線をシームレスに統合一元管理
- AWCでブランケット・セル共にチャンネル・電波出力を最適化



論理構成表示とVLAN設定

トラフィックモニター

無線APヒートマップ



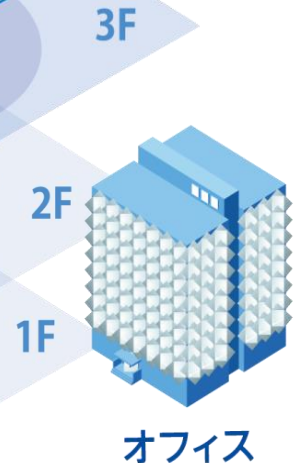
物理構成と論理構成
を網羅

タイムリーな通信状況の
把握と通信履歴のトレース
で障害を未然に予防

無線AP管理の見える化
干渉対策の自動化

ブランケット間の
移動における高速
ローミングには将
来対応予定

電波資源を有効に活用し
フロア間の電波干渉問題も解消



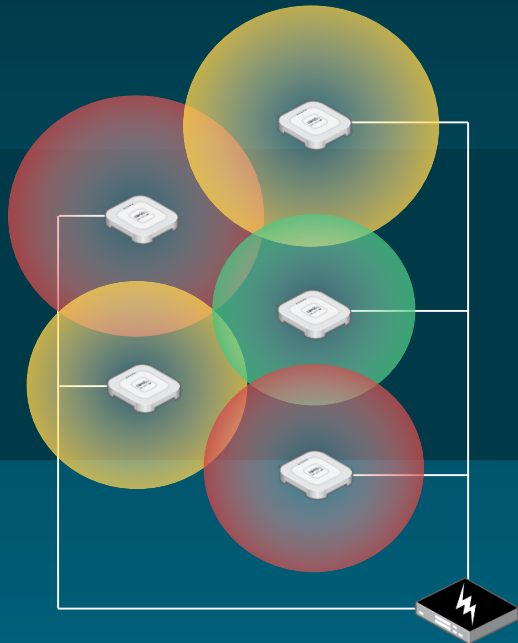
最新技術③ AWC Smart Connect



2017年
AWC

Autonomous Wave Control

専任者や専門知識なくとも
何時でも最適な無線環境を
セキュアに提供



電波状態の収集・分析・適用を
繰り返すことで最適な状態を維持
メンテナンス・フリーを実現!!

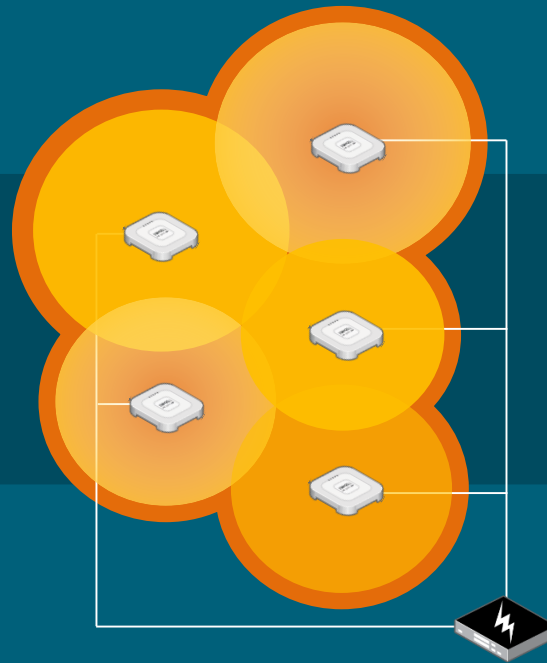


2018年
AWC-CB

AWC Channel Blanket

世界初

切れない・安定した
無線を実現し
無線LANの市場/業種の拡大



シングルチャンネル化＝ローミ
ングレスによりミッションクリティカル
な環境に適応し、サーベilessを
実現!!



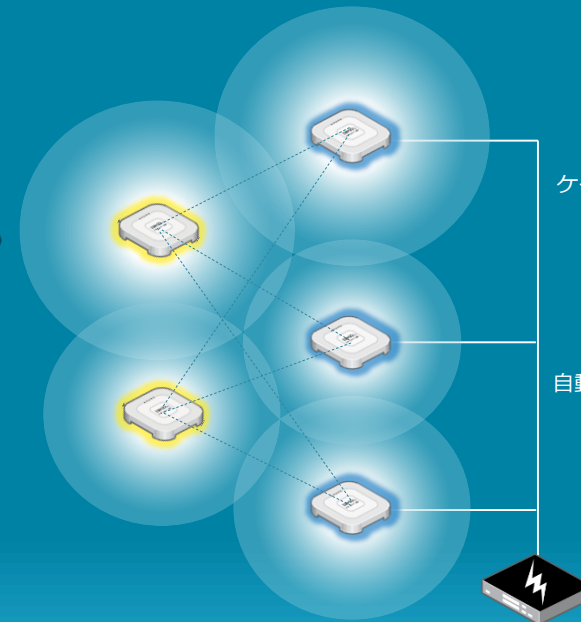
2019年
AWC-SC

AWC Smart Connect

再び
世界初

電源を入れるだけで無線APを簡単に新設/増設
+ 無線の見える化

AWC Smart Connect



簡単導入

ケーブルレス & サーベilessで
高密度無線LANを構築



高い安定性

自動経路生成 & シングルチャンネルで
安定性・耐障害性を実現



高生産性

最低限の作業工数で導入
圧倒的なコストパフォーマンス

無線APをダムHUB感覚に!!
誰でも、何処でも 気軽に
「作って」「使える」無線LAN!!

ラスト0.1マイル無線ソリューション

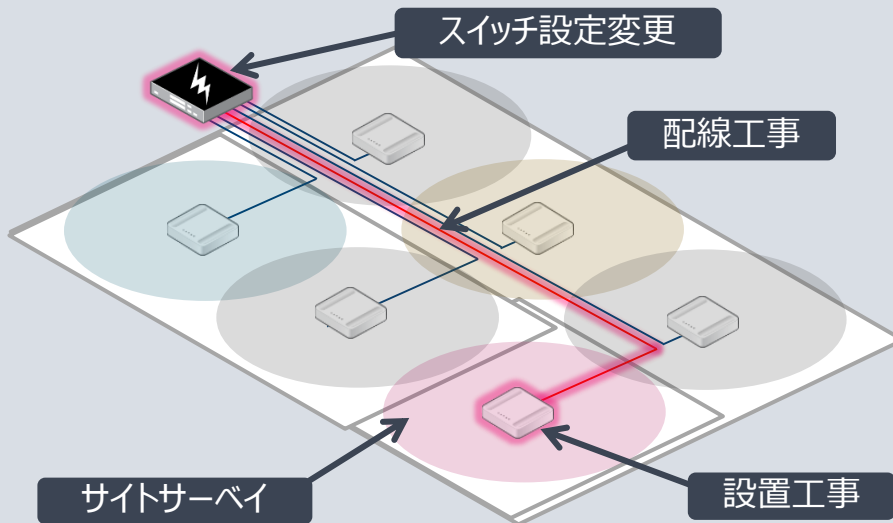


現行

AWC-SC(Smart Connect)

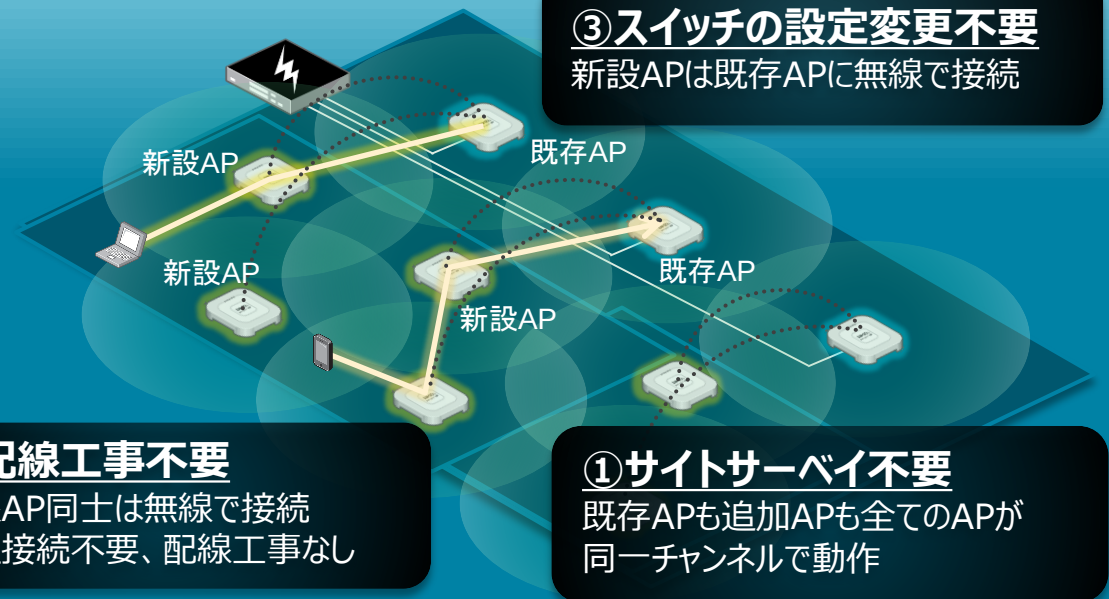
APを追加する場合
様々な個所の工事・変更が必要

例:AP1台の増設でも...

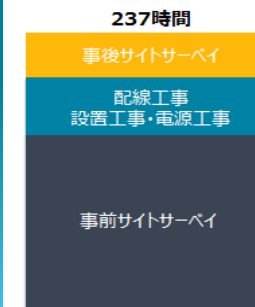


作業工数が膨大に...

電源を入れるだけで誰でも何処でも
簡単に無線LANを新設/増設



現行 vs AWC-SC AP100台増設時の作業工数イメージ※



現行

※1人で工事した際の
作業時間合計

AWC-SCなら
現行の約1/10で
同台数のAPを増設可能！

21時間

設置工事

AWC-SC



ご清聴ありがとうございました



今回ご紹介しました弊社無線LAN製品に関して、別途個別に相談がございましたら、お気軽に弊社営業までお問い合わせください