

被災時に公衆無線 LAN を迅速に復旧する方式の検討

永井 順也 伊藤 将志 渡邊 晃

名城大学理工学研究科情報工学専攻

Researches on a Rapid Recovery Method in Public Wireless LAN at the Time of Disaster

Junya Nagai Masashi Ito Akira Watanabe

Graduate School of Science and Technology

Meijo University

1. はじめに

地震等の災害時には、被災情報の配信や安否確認などの情報通信の必要性が高まる。そのため、破壊されたネットワークの復旧や、新たなネットワークの構築など通信網の早急な整備が必要となる[2]-[4]。そこで、被災地に無線メッシュネットワークを構築して、障害に強いインフラ網として利用する方法が研究されている。無線メッシュネットワークは無線 LAN アクセスポイント(AP)間も全て無線で接続し、AP を適切に設置していだけでネットワークを素早く柔軟に広げることができる。そのため、無線メッシュネットワークは被災時の早期インフラ復旧システムとして有効である。

無線メッシュネットワークを使った災害支援を扱う研究としては、山古志ねと[2][3]や、スカイメッシュ[4]等の研究がある。これらの研究を災害へのアプローチの違いから分類すると、無線メッシュネットワークを通常時からインフラとして利用する方法と、災害が起こった後に被災地に AP を適切に設置し、臨時のインフラ網を構築する方法に分けられる。前者の方法は、無線メッシュネットワーク自体が安定した通信ができるものではなく、[2]でも遮蔽物や天候などの影響を受けやすいといった問題点が指摘されている。そのため、現時点で無線メッシュネットワークを常用インフラとして実用化することは難しい。それに対して、被災時のみから無線メッシュネットワークを構築する後者の方法は有用である。しかし、以下に示すような様々な課題がある。まず、AP を設置したい場所に電源があるとは限らない。電池を使うにしても、本来のネットワークが復旧するためにかかる時間を考えると、最低でも一週間は電源を保たせる必要がある[5]。次に、臨時のインフラとして、外部との通信が不可欠である。そのため、無線メッシュネットワークと外部ネットワークをつなぐ経路の速やかな発見と確保が必要である。被災地で外部への経路を確保しようとしても、被災によりネットワークがどのように壊れたかを予測することは難しい。また、AP を誰が設置するかが問題となる。ボランティアが設置者となる場合には事前に講習などを受けてもらう必要が生じる。さらに、被災後に一からインフラ網を構築するため、被災直後から、インフラが利用可能となるまでに空白の時間の発生は避けられない。そのため、被災直後に求められる安否確認と被災状況の情報を迅速に得ることが出来ない。このような多くの課題を全て解決するのは容易ではないと考えられ、後者の方法だけでは有用なシステムを提供できない。そこで、本論文では新しいアプローチとして、通常の公衆無線 LAN に利用する AP に無線メッシュネットワーク機能を持たせる。

現在、公衆無線 LAN のサービスは局所的に提供されている場合が多い。公衆無線 LAN は町中に AP を設置し、無線 LAN クライアントを搭載したモバイル機器が、AP の提供する電波範囲内で無線通信を利用できるサービスである。有料サービスでは、BB モバイルポイント、Mzone・mopera U、livedoor Wireless、無料サービスでは FREESPOT、FON などがあり、それぞれが独自に事業展開を行っている。ユーザがサービスを利用するには、どの事業者も ID とパスワードによる認証を必須としている。また、事業者ごとにサービス提供範囲が異なるため、町中でも自分の加入している事業者のサービスエリアを探すには苦勞を要する。事業提携などにより、異なる事業者の間でローミングが利用できる所もあるが、いずれにせよ、サービスはまだ局所的なため、本格的な普及には至っていない。しかし、最近では、動画など、リッチコンテンツに対する需要増加による回線の増強の必要性や、iPhone に無線 LAN クライアントが搭載された経緯などから、近い将来、高速で安定した無線ネットワークを提供する公衆無線 LAN が普及すると思われる。

公衆無線 LAN の AP 同士は、有線で接続されており、安定した通信が可能である。しかし、被災時には有線が切れてしまうと外部との通信が出来なくなる。さらに AP は障害が発生したことを自身の配下端末に通知する手段がなく、配下端末は障害の発生した AP に接続し続けてしまうという問題がある。

現時点では公衆無線 LAN は、まだ本格的な普及には至っていないが、今後の普及が期待できる分野である。そこで、本研究では公衆無線 LAN の AP 自体に無線メッシュネットワーク機能を追加し、通常時は一般の AP として、高速で安定した有線経路を使い、被災時に有線や AP に障害が起こると AP が必要に応じて無線メッシュネットワークに移行し、即座にネットワークを復旧させる方法を提案する。

さらに、本研究では、無線 AP を管理する管理サーバを用意し、公衆無線 LAN が普及した時、各地に設置された AP との通信で、有線部分の障害箇所を特定する。なお、提案方式は無線メッシュネットワーク WAPL(Wireless Access Point Link)[1]をベースに、様々な機能を追加することによりその実現方法を検討した。

2. WAPL

2.1 概要

本提案のベースとなる WAPL の概要を図 1 に示す。WAPL では WAPL 独自の AP を WAP(Wireless Access Point)と呼称する。WAP はインフラストラクチャモードとアドホックモードの無線インタフェースを持つ。インフラストラクチャモー

ドのインタフェースは一般の AP と同様に無線端末と接続する。アドホックモードのインタフェースは WAP 同士でアドホックネットワークを形成する。無線端末は離れた通信相手に対して、WAP を中継して通信することができる。無線端末が通信を開始する前に、WAP と無線端末の対応関係(以下、マッピング情報)がわかっている必要があるが、WAPL では 2.2 で示すようにマッピング情報をオンデマンドで生成するため、制御パケットの負担が少ない。また、WAPL はアドホックネットワークとは独立しており、MANET のルーティングプロトコルを自由に選択できる。さらに、WAP が端末の通信の状況を常に監視することにより、端末が移動してもパケットロスのないシームレスなハンドオーバーを実現できるなどの特徴がある。



図 1 WAPL の概要

2.2 通信方式

WAP は無線端末が通信開始する際の ARP 処理をトリガとして、WAP とその配下の無線端末のマッピング情報を WAP 間で交換し、LT (Link Table) と呼ぶテーブルを生成する。LT の生成シーケンスを図 2 に示す。WAP は端末からの ARP 要求を受信すると、他の WAP へ LT 生成要求メッセージ(LT Request)を広告する。LT Request には探索端末の IP アドレスと送信元端末の IP アドレスと MAC アドレスが記載されている。LT Request を受信したすべての WAP は自身の LT に送信元端末と送信元 WAP の IP アドレスの対応を記憶する。配下に目的の探索端末が存在することを検出した WAP は、ユニキャストで送信元 WAP に LT 応答メッセージ(LT Reply)を返す。LT Reply には探索端末と送信元端末の IP アドレスと MAC アドレスが記述されており、送信元 WAP は LT Reply を受け取ると、自身の LT に探索端末と、その端末が所属する WAP の IP アドレスの対応を記憶する。以上の動作により、互いの WAP に LT が生成され、以後のデータパケットは WAP 間のアドレスにより IP カプセル化されて中継される。

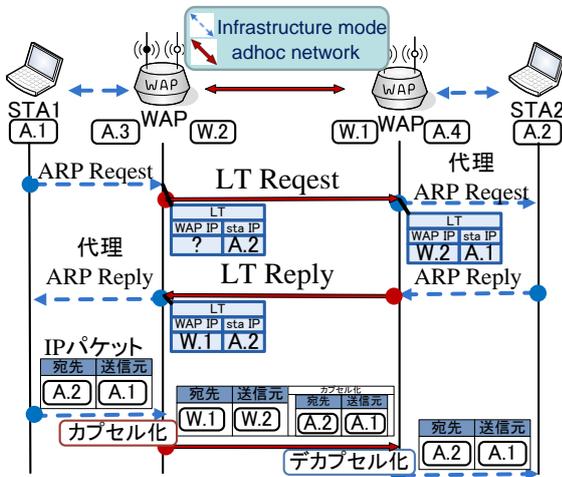


図 2 LT の生成シーケンス

3. 提案方式

3.1 概要

提案システムにより構築された公衆無線 LAN の構成を図 3 に示す。各 AP と障害管理サーバはスイッチで接続されており、障害管理サーバは AP の状態を常時監視する。提案システムでは、AP に本来の AP 機能とともに、無線メッシュネットワークの機能を持たせる。

提案システムでは障害により有線が切断され、ネットワークから孤立した AP は必要に応じて無線メッシュネットワークに移行し、周辺の健康な AP から最適な物を選択してパケットを中継させる。それぞれの AP が障害を即座に検知し、自動的に中継処理を行うことで、迅速な復旧を可能にする。

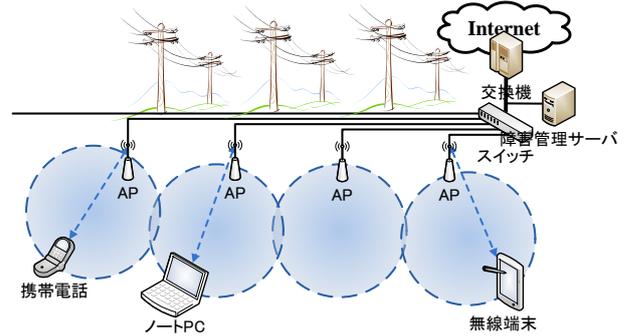


図 3 公衆無線 LAN の構成

3.2 HWAP

本研究では提案システムを実現するために WAP に改造を加えた HWAP(Hybrid WAP)を公衆無線 LAN の AP として適用する。HWAP にはそれぞれ固有の ID を付加し、設置位置と対応付けて管理サーバに記録する。HWAP の状態遷移概要を図 4 に示す。HWAP は状況に応じて 3 つの状態に動的に遷移する。

AP State :

自分自身と、近隣の AP がともに障害のない健康な状態。通常の AP として、インフラストラクチャモードで配下の無線端末と通信する。自身の有線が断線すると Mesh State に、近隣 AP の有線が断線すると Relay State に遷移する。

Mesh State :

有線との接続が断線して外部ネットワークと孤立した状態。近隣の健康な HWAP を探し、パケットを中継してもらう。有線が復旧すると AP State に、有線が復旧し、近隣に有線から切断された AP がいた場合は Relay State に遷移する。

Relay State :

自分自身は健康であるが、近隣に Mesh State の HWAP もしくは WAP が存在する状態。近隣 AP からの中継要請を受けて、アドホック側から受け取ったパケットを有線側に中継する。近隣の AP が断線から復旧すると AP State に、自身の有線が断線すると Mesh State に遷移する。

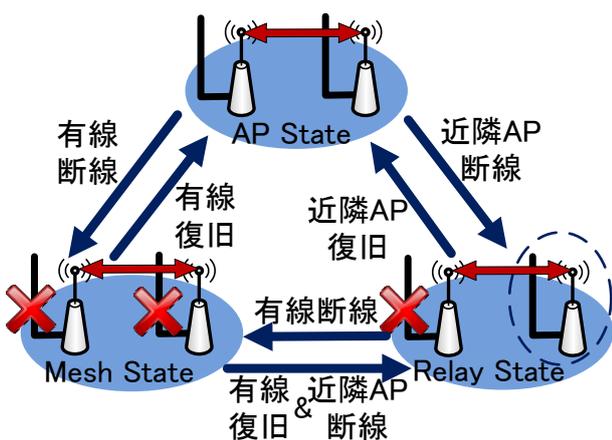


図 4 HWAP 状態遷移概要

3.3 ヘルスチェック

HWAP は管理サーバや、他の HWAP との間で以下に示すヘルスチェックを行う。

(1) 有線ヘルスチェック

図 5 に有線側のヘルスチェックの概要を示す。有線側のヘルスチェックは、HWAP による自身の接続状態のチェック、管理サーバによる HWAP の接続状態のチェックの 2 通りある。HWAP によるヘルスチェックは、管理サーバが定期的に HWAP に送信する LSM(Line State Message)により行われる。管理サーバによるヘルスチェックは、HWAP が管理サーバに定期的に送信する ALM(AP Living Message)によって行われる。

HWAP は管理サーバから送信される LSM を一定時間ごとに受信し続ける。これにより、HWAP は自分が有線と接続していることを確認できる。LSM のタイムアウト時の動作を図 6 に示す。ここでは HWAP(A) と HWAP(B) の間のケーブルが断線し、HWAP(B,C,D) が全て孤立状態になった場合を示す。HWAP が LSM を一定期間受信しなくなると、有線が切断したと判断し、状態を Mesh State へと遷移させる。また、LSM には Df(Disaster flag)と呼ぶフラグを定義する。このフラグは被災時に、被災地の端末が公衆無線 LAN の認証を行わずに AP に接続できるようにするために使う。公衆無線 LAN の管理者が、災害が起こったと判断したとき、管理サーバを使ってこのフラグを ON にすることができる。有線で管理サーバとつながる HWAP は Df 付きの LSM を受信と、公衆無線 LAN の認証を解除する。これにより、一時的ではあるが、被災時のインフラとして誰でも公衆無線 LAN を利用できるようになる。Df を使用するかどうかはネットワーク管理者の判断にゆだねる。

HWAP は一定時間ごとに ALM を管理サーバに送信し続ける。これにより、管理サーバは HWAP が生存していることを確認できる。ALM のタイムアウト時の動作を図 7 に示す。管理サーバが一定時間 ALM を受信しなくなると、有線の切断、もしくは HWAP 自体の故障と判断する。また、ALM には送信元 HWAP の状態と、後述する HWAP 間の無線ヘルスチェックにより得られる近隣の HWAP の状態を記述する。これにより、管理サーバは公衆無線 LAN 全体の状態がわかるため、被災時にどこを復旧すればよいかの判断ができる。

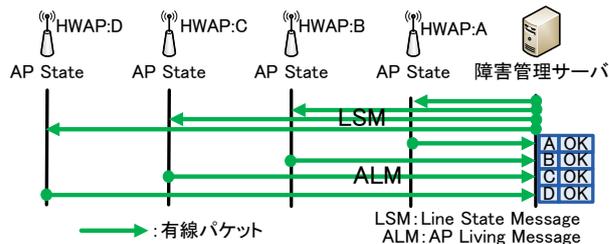


図 5 有線ヘルスチェック概要

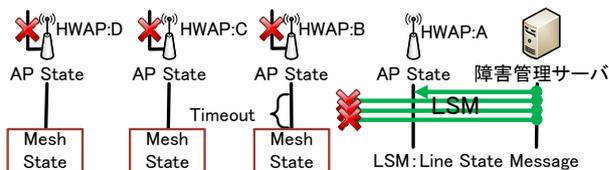


図 6 LSM のタイムアウト時の動作

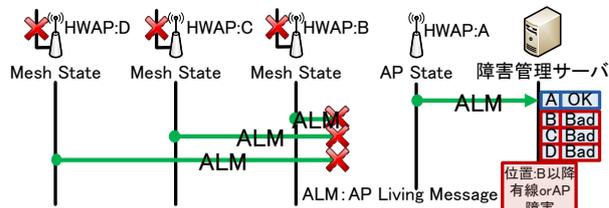


図 7 ALM のタイムアウト時の動作

(2) 無線ヘルスチェック

図 8 に無線側ヘルスチェックの概要を示す。無線のヘルスチェックは HWAP 間でアドホックネットワークを使って NSM(Neighbor State Message)を交換することで行われる。NSM の扱いは HWAP の状態によって変わる。NSM は AP State もしくは Relay State のとき一定時間ごとに送信する。この状態の HWAP は NSM を受信しても近隣には中継しない。Mesh State の状態になると、自らは NSM を送信しない。近隣からの NSM を受信すると、自身の ID を付加して 1hop 先に中継する。HWAP の状態によって NSM の動作を変える理由は、被災時のパケット量を減らしてネットワーク効率を上げるためである。

図 6 の状態に加えて HWAP(B) が故障した時の、NSM のタイムアウト時の動作を図 9 に示す。HWAP は互いに NSM を送信し合うが、近隣からの NSM が一定時間途切れると、送信元の HWAP が故障したと判断する。有線に接続している HWAP は管理サーバに定期的に送信している ALM に故障した HWAP の ID を付加して、管理サーバに伝える。ID と位置は対応しているので、管理サーバは復旧が必要な HWAP の場所を検知することができる。

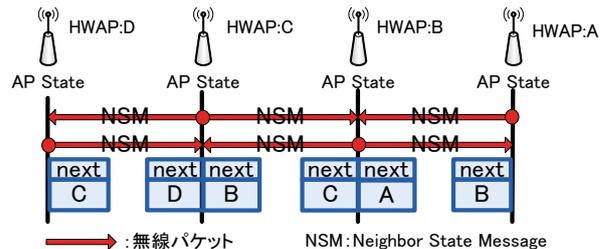
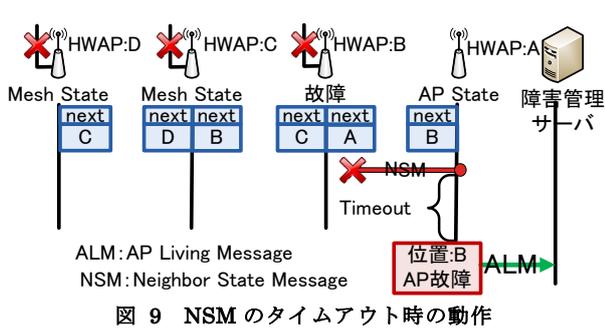


図 8 無線ヘルスチェック概要



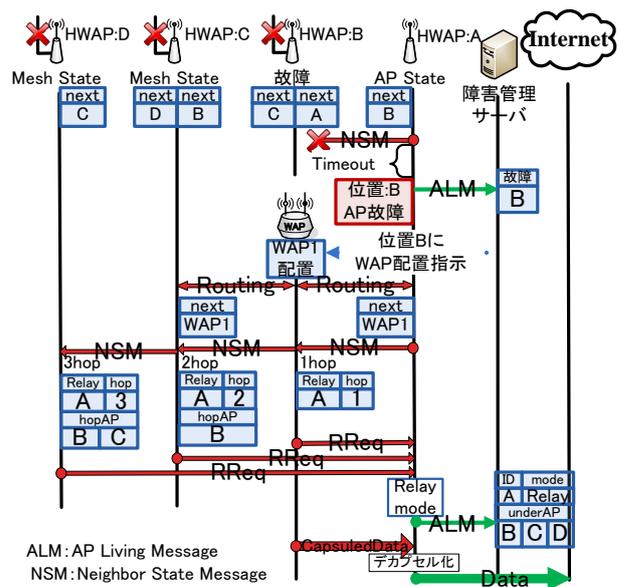
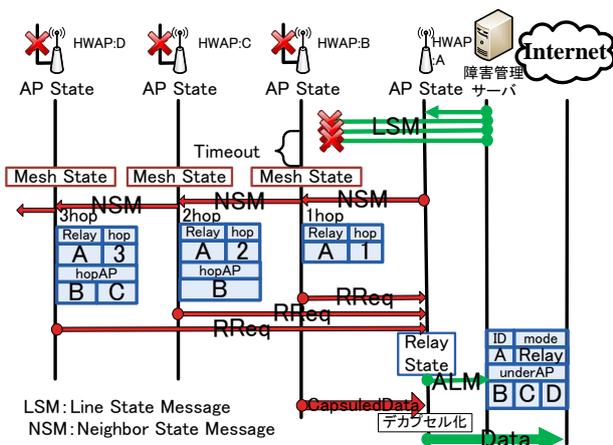
3.4 復旧方式

(1) 有線切断からの復旧

図 10 に有線が切断してから復旧するまでのシーケンスを示す。有線が切断され、LSM の受信が一定時間途切れた HWAP(B,C,D)はタイムアウト後、AP State から Mesh State に遷移する。Mesh State の HWAP は近隣の AP State の HWAP(A)から送信される NSM に自身の ID を付加し、hop 数の値を加算しながら中継していく。NSM を受信した Mesh State の HWAP(B,C,D)は自身に中継されてきた NSMの中から hop 数の値が最小のものを選んで Relay Request(RReq)を送信する。RReq を受信した HWAP(A)は AP State から Relay State へと遷移する。このとき管理サーバに一定間隔で送信している ALM に自身が Relay State に遷移したと、配下 AP の情報を付加する。

(2) HWAP 故障からの復旧

図 11 に HWAP 自体が故障してから復旧するまでのシーケンスを示す。HWAP(B)が故障すると、NSM や RReq を送信しなくなる。近隣の健康な HWAP(A)がこれを検知し、ALM に近隣の ID と状態を付加して管理サーバに送信する。管理者は ID から故障 WAP の位置を特定すると、そこへ新たな WAP を配置する必要があることがわかる。設置された WAP は WAPL の原理により通信パケットを中継する。また、NSM に自身の ID を付加して hop 数の値をカウントアップしながら中継する。その後の動作は有線切断からの復旧と同様にして RReq の中継とデータパケットの中継が行われる。



4. むすび

公衆無線 LAN の AP に WAPL の拡張機能を内蔵させることにより、災害発生時においても迅速にネットワークインフラを復旧させる方法を示した。このシステムでは有線の障害箇所を AP が自動で無線メッシュネットワーク化することで、迅速な復旧を可能にする。また、管理サーバとの連携で障害箇所の迅速な特定も可能となる。今後は実装や、シミュレーション等によりその効果を検証する予定である。

参考文献

- [1] 伊藤将志, 鹿間敏弘, 渡邊晃: 無線メッシュネットワーク ” WAPL ” の提案とシミュレーション評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 6, 2008
- [2] 大和田泰伯, 鈴木裕和, 岡田啓, 間瀬憲一: 中山間地におけるメッシュネットワーク: 山古志ねつとの構築
- [3] 山古志ねつと共同実験プロジェクト, 電子情報通信学会総合大会, 2007
<http://www2.net.ie.niigata-u.ac.jp/yamakoshi-net/>
- [4] 間瀬憲一: 大規模災害時の通信確保を支援するアドホックネットワーク, 電子情報通信学会誌, Vol. 89, No. 9, pp. 796-800, 2006
- [5] 大本英徹, 岸三樹夫, 中城一, 田中大資, 三谷宗玄: 災害情報システム ONIGIRI の設計と試作, 情報処理学会論文誌, Vol. 1999, No. 61, pp. 381-386, 1999

被災時に公衆無線LANを迅速に復旧する 方式の検討

名城大学

永井順也 伊藤将志 渡邊晃

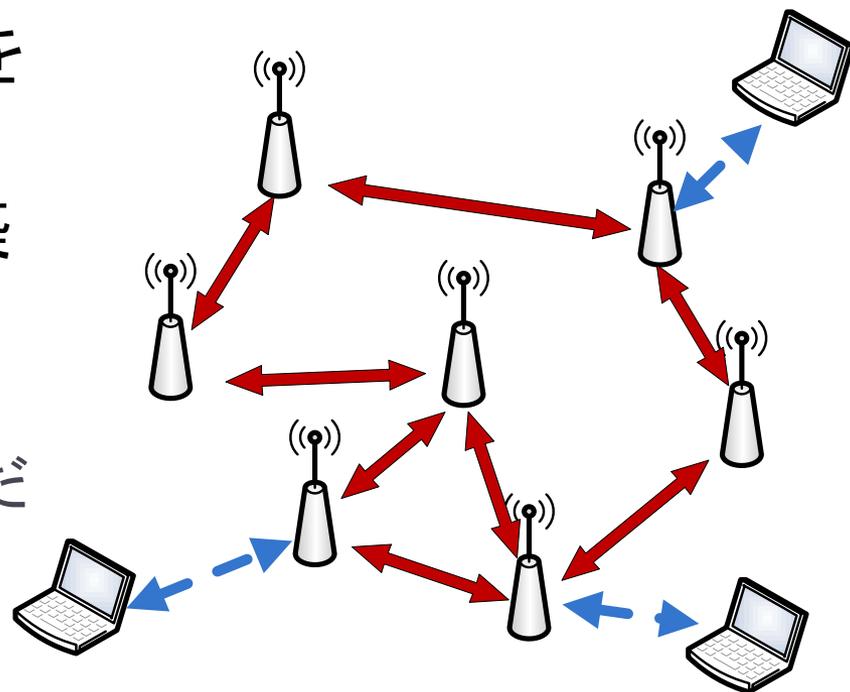
被災時のネットワーク

- ▶ 断線・停電・機器の故障など様々な要因でネットワークは使えなくなる
- ▶ 中でも被災時に各地で断線したケーブルを修復するのは手間と時間がかかる
- ▶ 断線による故障はネットワークが有線で通信しているために発生する

無線メッシュネットワーク
を利用して復旧する試み

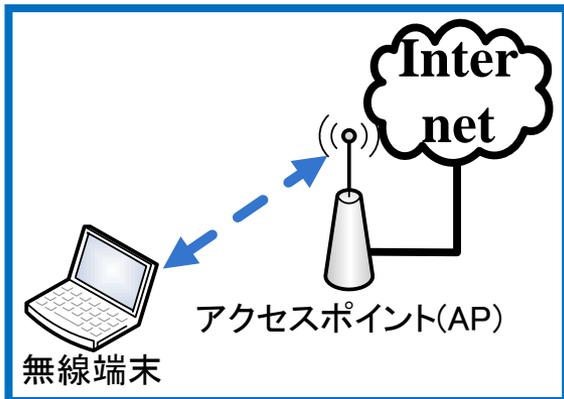
無線メッシュネットワーク

- ▶ 中継局を配置するだけで自律分散的に無線のネットワークを形成
- ▶ 無線だけでネットワークを構築
 - ▶ 有線を引く必要がない
→ 低コスト・拡張性に優れる
 - ▶ 故障したら、機器を置き換えるだけで修復できる
→ 耐障害性

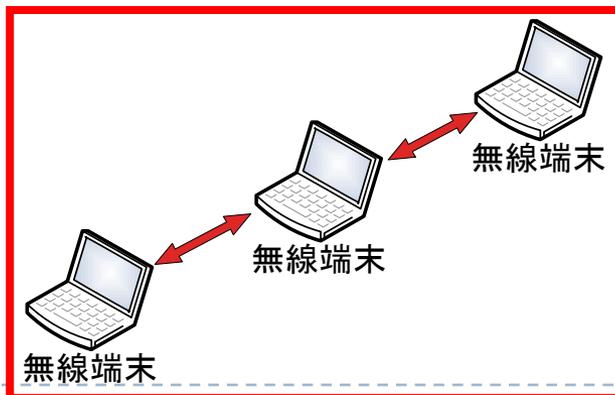


無線メッシュネットワーク

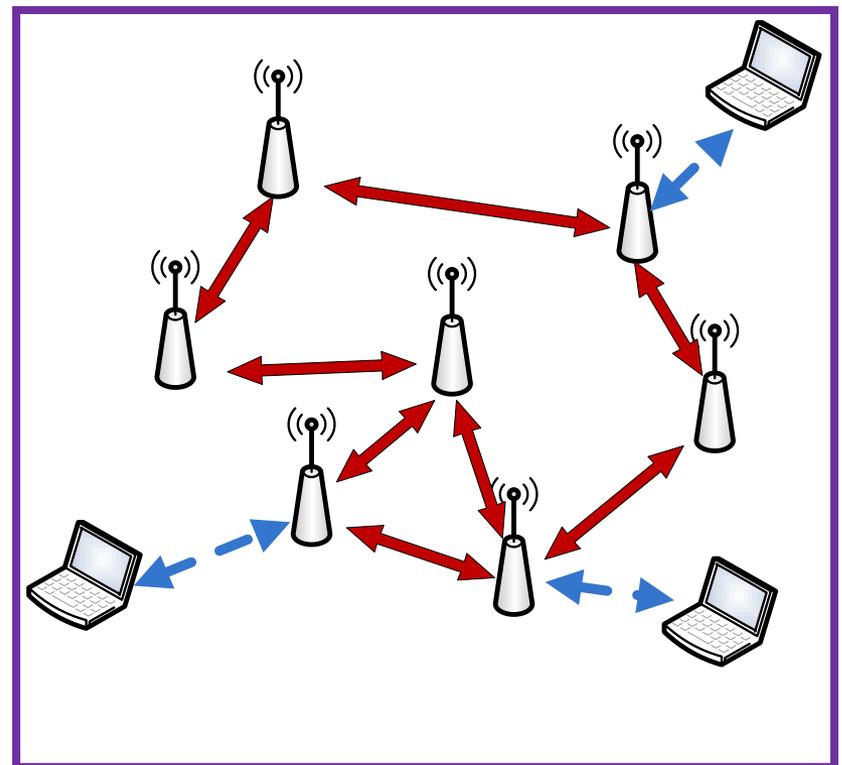
- ▶ このプレゼンでは無線メッシュネットワークを2つの無線通信方式の組み合わせと定義



インフラストラクチャモード



アドホックネットワーク

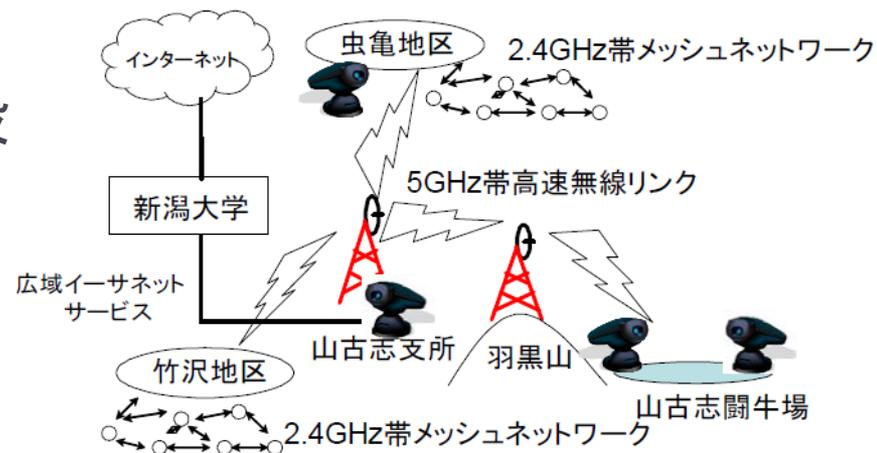


無線メッシュネットワーク

無線メッシュネットワークを使った被災インフラ復旧の研究

▶ 山古志ねっと(新潟大学)

- ▶ 無線メッシュネットワークを普段からインフラとして利用
- ▶ 無線通信で中山間地にネットワークを展開し、災害耐力を持たせる



▶ スカイメッシュ(新潟大学)

- ▶ 被災地に無線中継局を搭載した気球を配備
- ▶ 無線メッシュネットワークで臨時のインフラ網を構築



無線メッシュネットワークを使った 被災インフラ復旧の研究

- ▶ 被災前方式(山古志
ねっと)
被災前に無線メッシュ
ネットワークを構築
通常時はインフラとし
て使用

電波干渉

遮蔽物・天候
などの影響

現状では不安定

有線に比べて速度不足

都市部で構築するのは難しい

- ▶ 被災後方式 (スカイメッ
シュ)
被災後に無線メッシュ
ネットワークを構築

設置、準備に時間がかかる

迅速な構築ができない

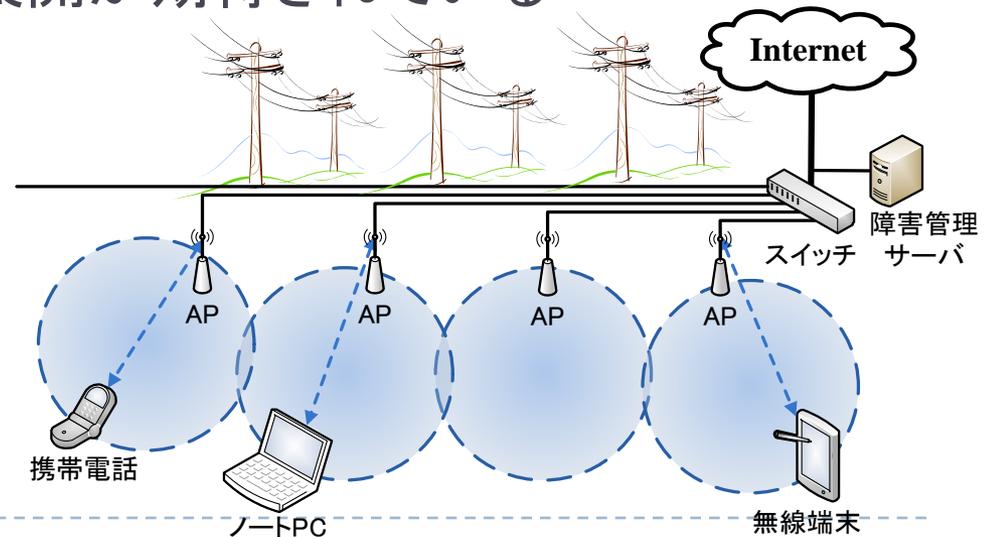
通常時は倉庫などに保管

通常時には役に立たない

提案：公衆無線LANのAPに無線メッシュネットワーク機能を持たせる

▶ 公衆無線LAN

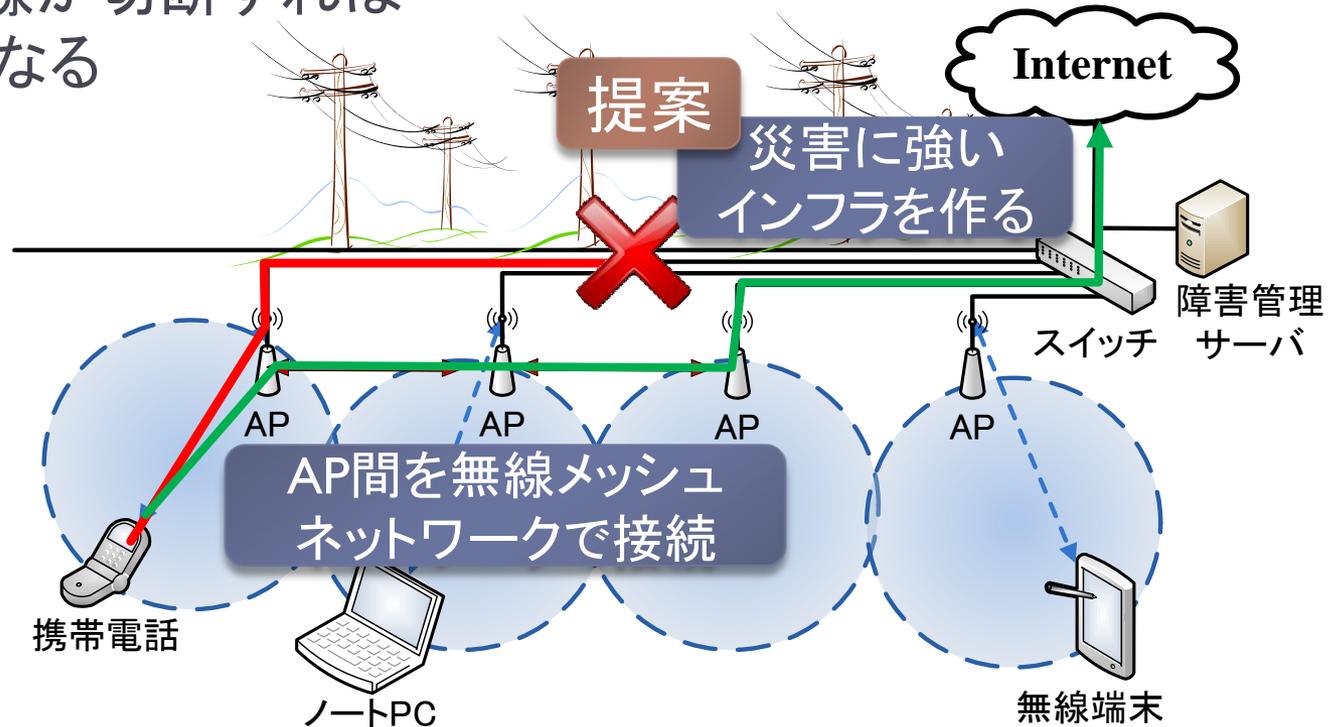
- ▶ 無線LANを利用したインターネットへの接続サービス
- ▶ 駅や空港、ホテルなどの人が多く出入りする空間に設置
- ▶ 無線LAN対応の端末と無線アクセスポイント(AP)の間を無線で通信
- ▶ 今後は、図書館(FREESPOT)、電柱(livedoor Wireless)などに設置され、公共インフラとしての展開が期待されている



提案：公衆無線LANのAPに無線メッシュネットワーク機能を持たせる

▶ 公衆無線LAN

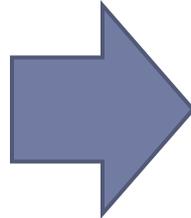
- ▶ APと外部ネットワークは有線につながる
- ▶ 被災時に有線が切断すれば通信できなくなる



提案：公衆無線LANのAPに無線メッシュネットワーク機能を持たせる

既存

- ▶ 被災前方式
無線メッシュネットワークを通常時のインフラとして使用
 - ▶ 無線だけでは不安定
 - ▶ 有線と比べて速度が遅い
- ▶ 被災後方式
被災後に無線メッシュネットワークを構築
 - ▶ 設置準備に時間がかかる
 - ▶ 通常時には役に立たない



提案

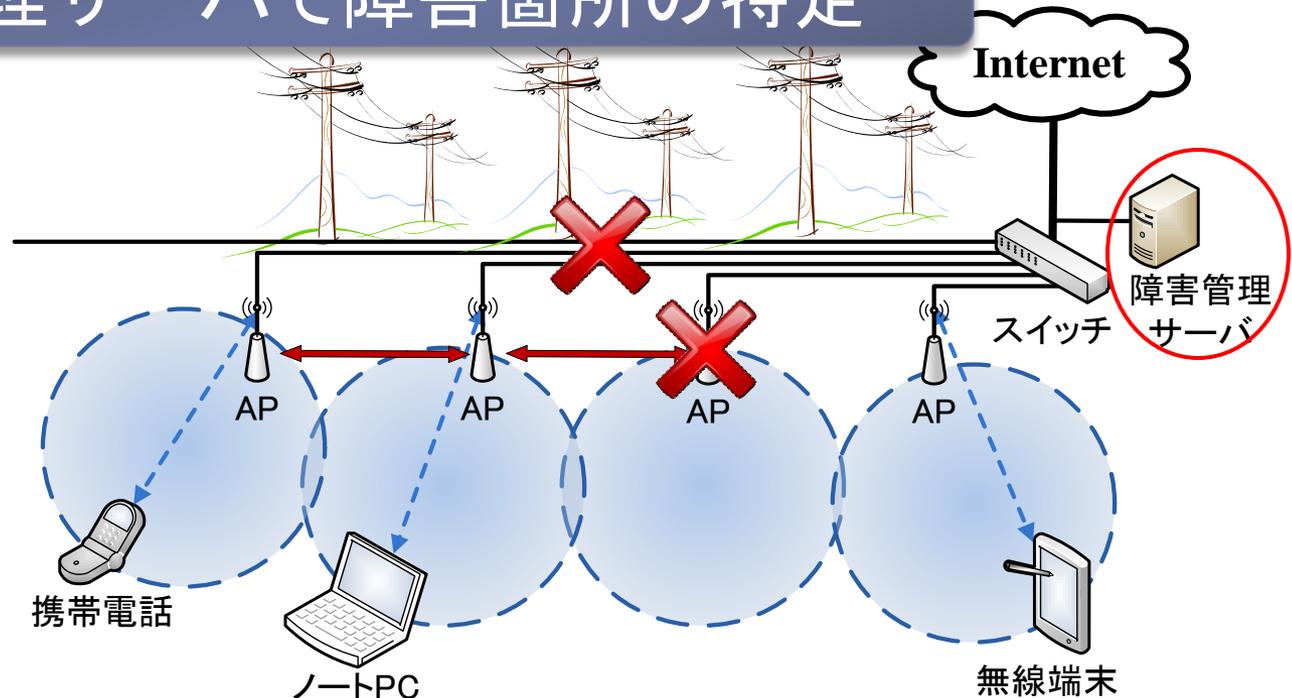
- ▶ 公衆無線LAN
 - ▶ 通常時、APと外部ネットワークは有線につながる
 - ▶ 有線で安定
 - ▶ 速度も保証
 - ▶ 非常時、障害部分のみ無線メッシュネットワークに移行
 - ▶ 自動で即時に移行
 - ▶ 設置、構築の手間がかからない
 - ▶ 通常時は普通のAPとして利用できる

提案：公衆無線LANのAPに無線メッシュネットワーク機能を持たせる

- ▶ 迅速な復旧のためには素早い障害箇所の特定が必要
- ▶ 提案方式でもAP自身が壊れてしまうと自動的な復旧はできない

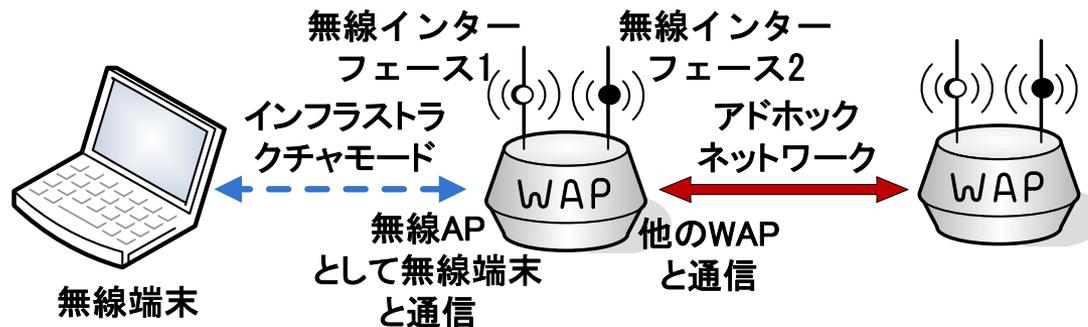


管理サーバで障害箇所の特定



提案システム概要

- ▶ 無線メッシュネットワークのベースとして、無線メッシュネットワークWAPL(Wireless Acces Point Link)を使用
- ▶ WAPL(Wireless Acces Point Link)
 - ▶ 二種類の無線インターフェース
 - ▶ ルーティング処理が独立、無線メッシュネットワークのルーティングプロトコルから自由に選択できる

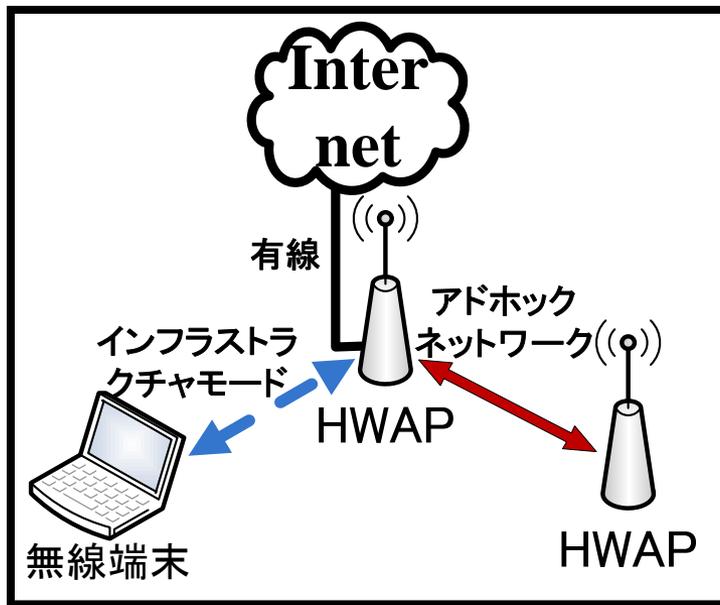


提案システムでは、有線を追加

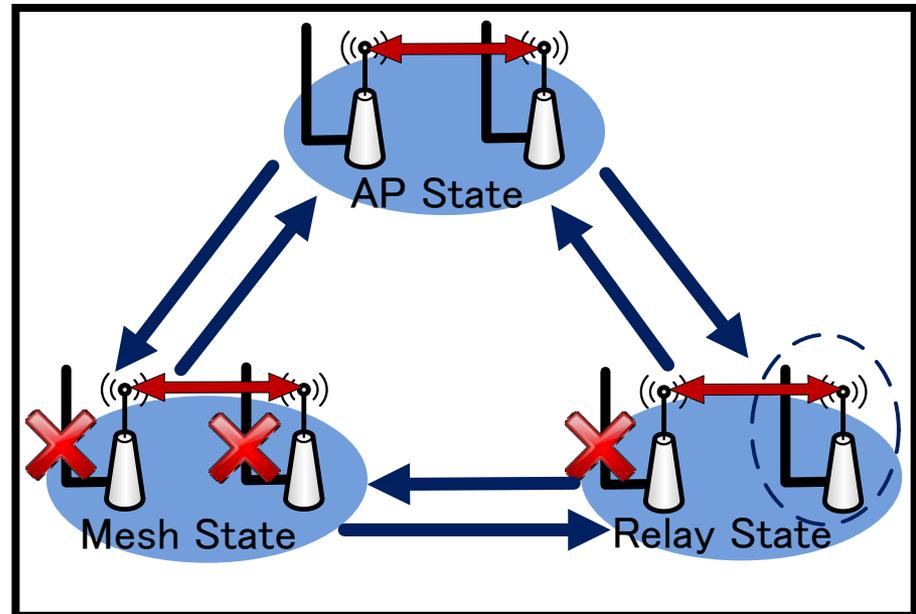
3つのインターフェースを持つAP:HWAPを作成

提案システムのAP:HWAP

- ▶ HWAP(Hybrid Wireless AP)
 - ▶ 普通のAPと無線メッシュネットワークのHybrid
 - ▶ 3つのインターフェースを持つ
 - ▶ 状況に合わせて、3つの状態遷移



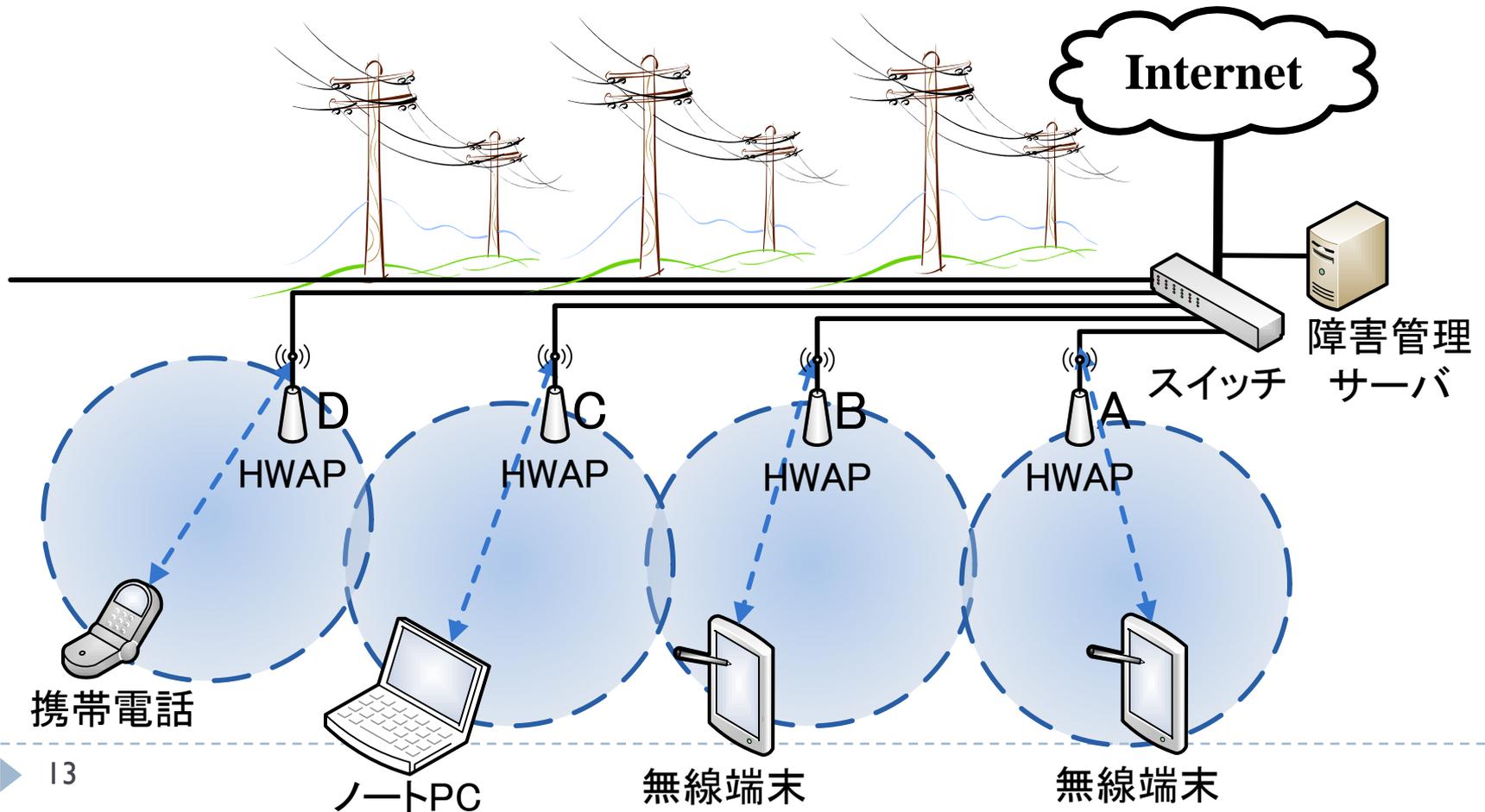
3つのインターフェース



3つの状態遷移

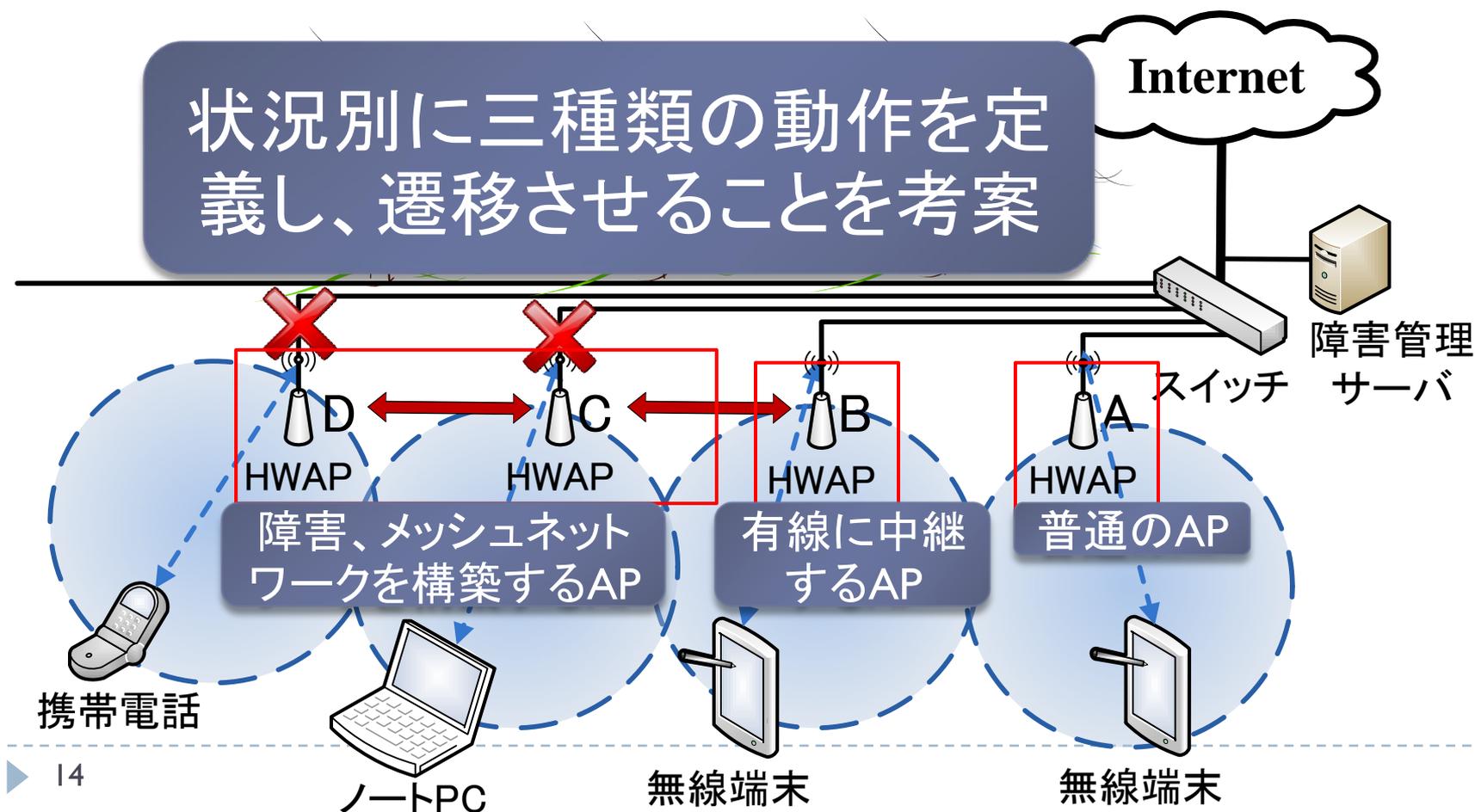
HWAPの状態遷移

▶ 公衆無線LAN構成例



HWAPの状態遷移

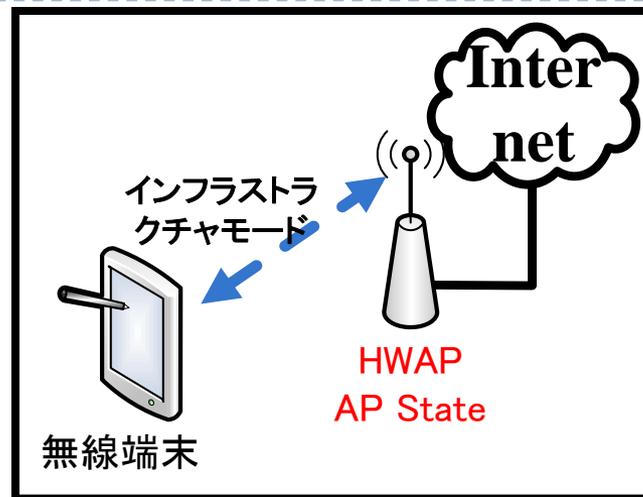
- ▶ 提案では状況に応じて、必要となるHWAPの動作が異なると考える



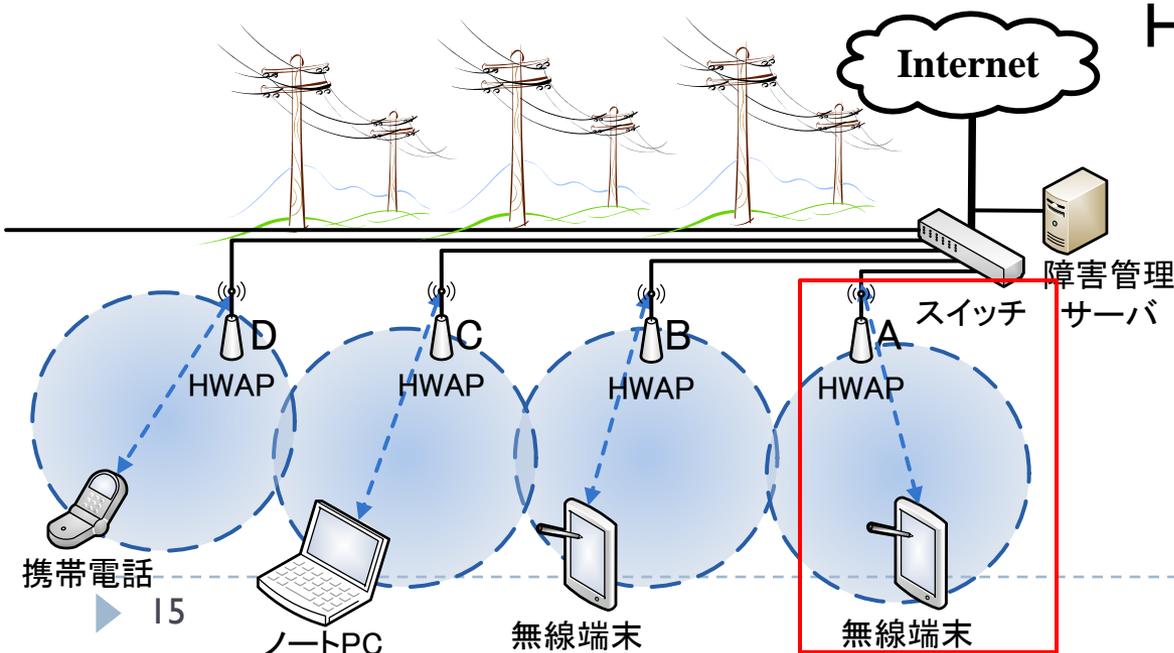
HWAPの状態遷移：AP State

▶ AP State

- ▶ 自身と、近隣のAPに障害がない状態
- ▶ 通常のAPとして配下の無線端末と通信



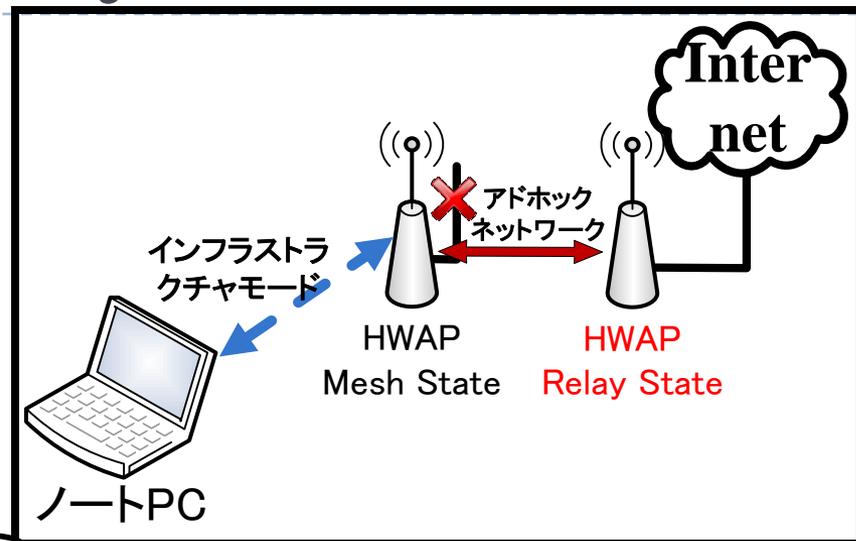
HWAP:AP State



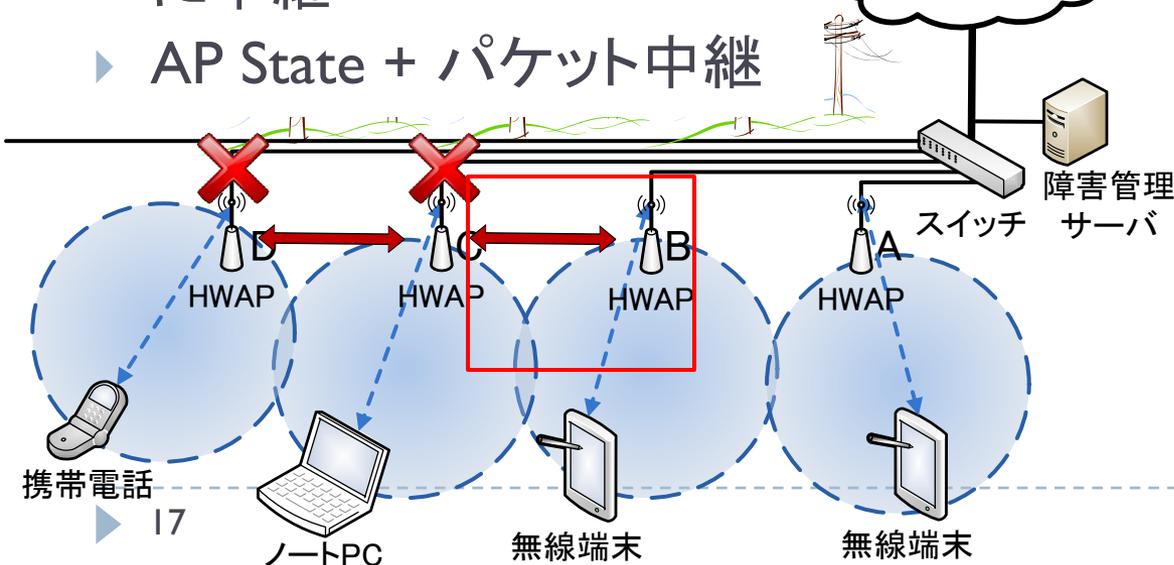
HWAPの状態遷移：Relay State

▶ Relay State

- ▶ 自身は健康だが、近隣に Mesh State の HWAP が存在する状態
- ▶ Mesh State からの中継要請を受け、パケットを受信し、有線経路から外部に中継
- ▶ AP State + パケット中継



Internet HWAP:Relay State



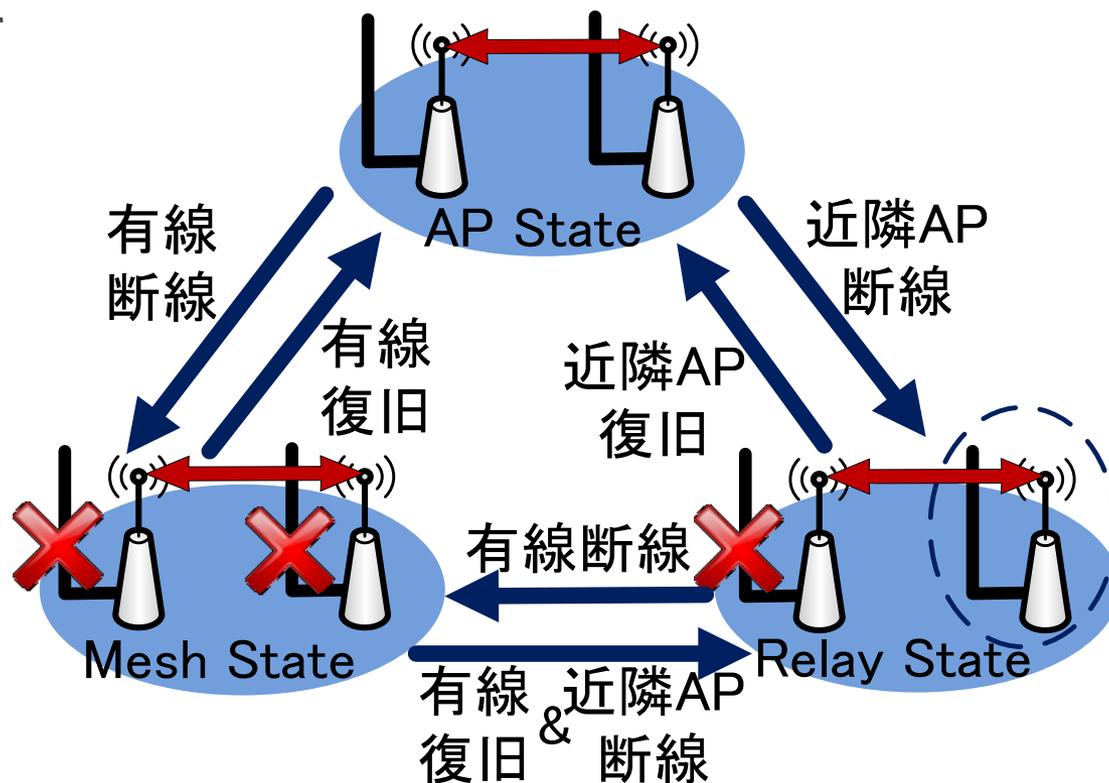
HWAPの状態遷移

▶ HWAP

- 周囲の状況に合わせて状態を遷移する
- 状態ごとに動作が変化する

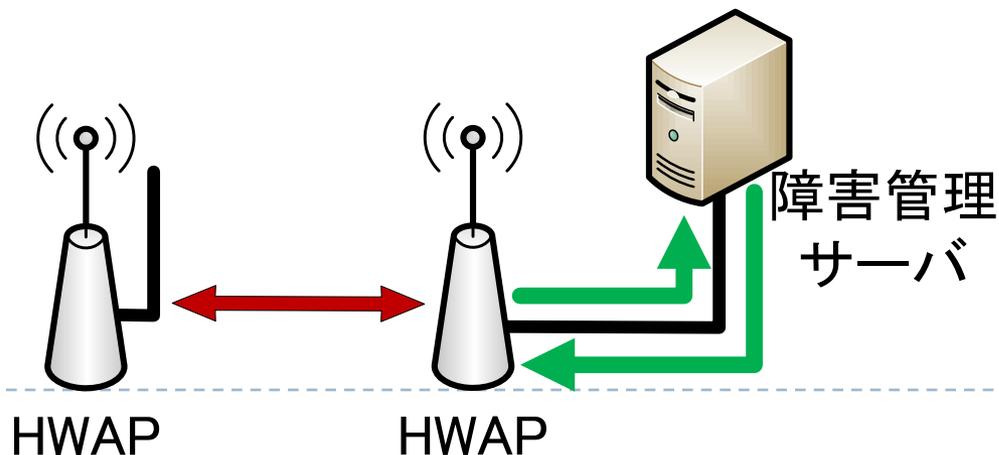
監視

ヘルスチェック



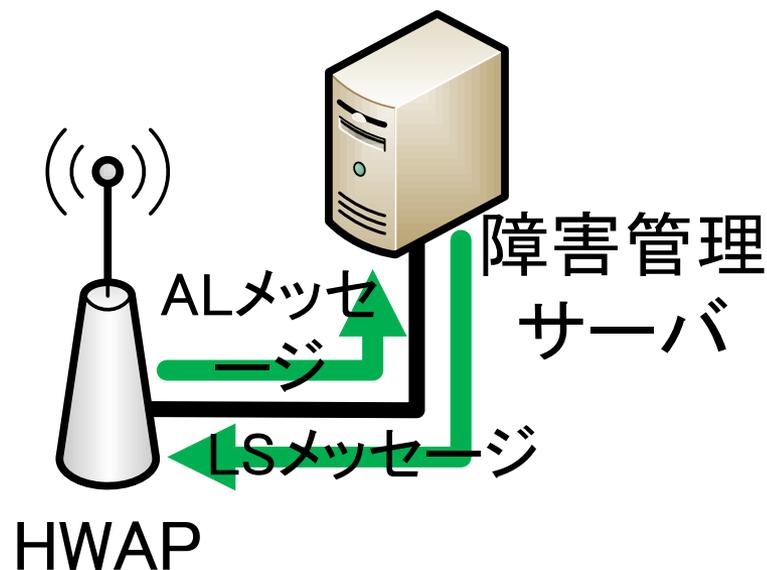
ヘルスチェック

- ▶ HWAPは管理サーバや、他のHWAPとの間でヘルスチェックを行う
- ▶ HWAPはヘルスチェックの結果をトリガーとして、状態遷移を行う
- ▶ 管理サーバはヘルスチェックの結果から、障害箇所を特定する
- ▶ ヘルスチェックは随時、パケットを交換し続けることで実現する



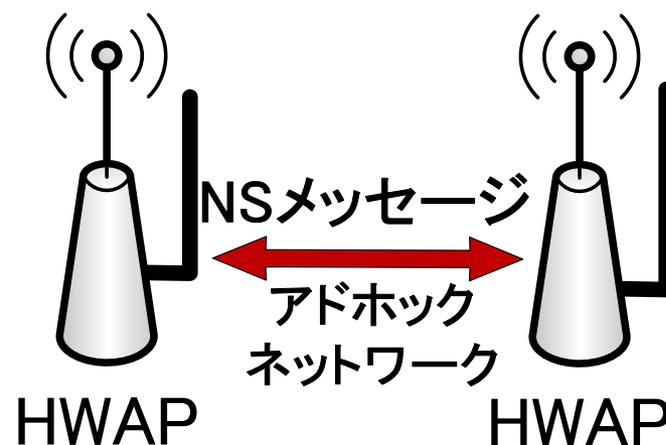
有線ヘルスチェック

- ▶ 2つのメッセージで、有線の断線とAPの状態を把握する
 - ▶ LSメッセージ(Line State Message)
 - ▶ サーバがHWAPに随時送信し続ける
 - ▶ HWAPはこれを受信し続けることで、有線接続を確認
 - ▶ ALメッセージ(AP Living Message)
 - ▶ HWAPがサーバに随時送信し続ける
 - ▶ サーバはこれを受信し続けることでHWAPの生存を確認
 - ▶ 状況に応じて近隣HWAPの状態も追記して送信する



無線ヘルスチェック

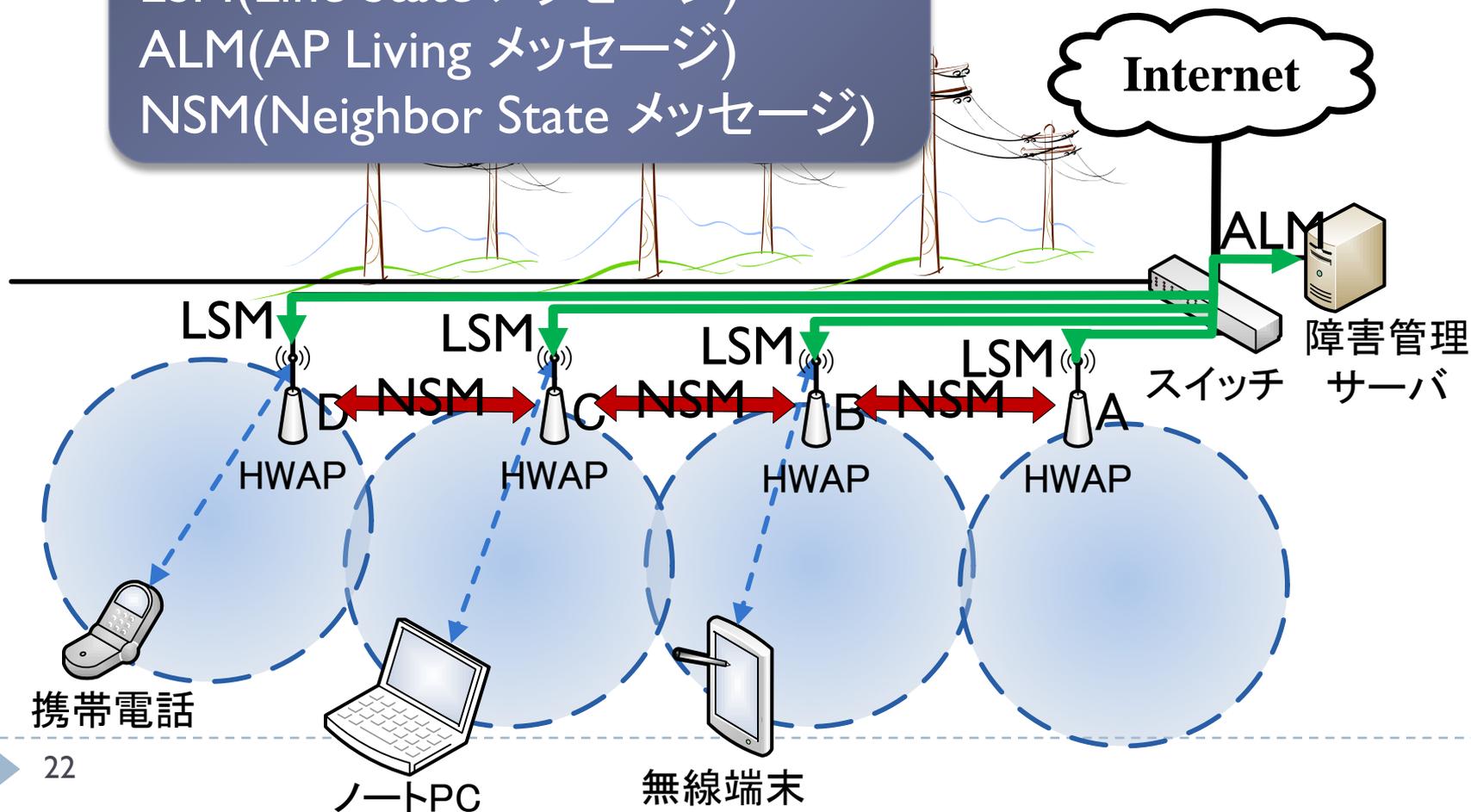
- ▶ NSメッセージで、近隣HWAPの状態を把握する
 - ▶ NSメッセージ(Neighbor State Message)
 - ▶ 近隣1 hopのHWAPの間で随時交換し続ける
 - ▶ NSメッセージが一定時間来なくなると、そのHWAPは故障したと判断する
 - ▶ NSメッセージによって集めた情報はALメッセージによって管理サーバに送信される
 - ▶ NSメッセージの扱いはHWAPの状態によって変化する



ヘルスチェック全体像

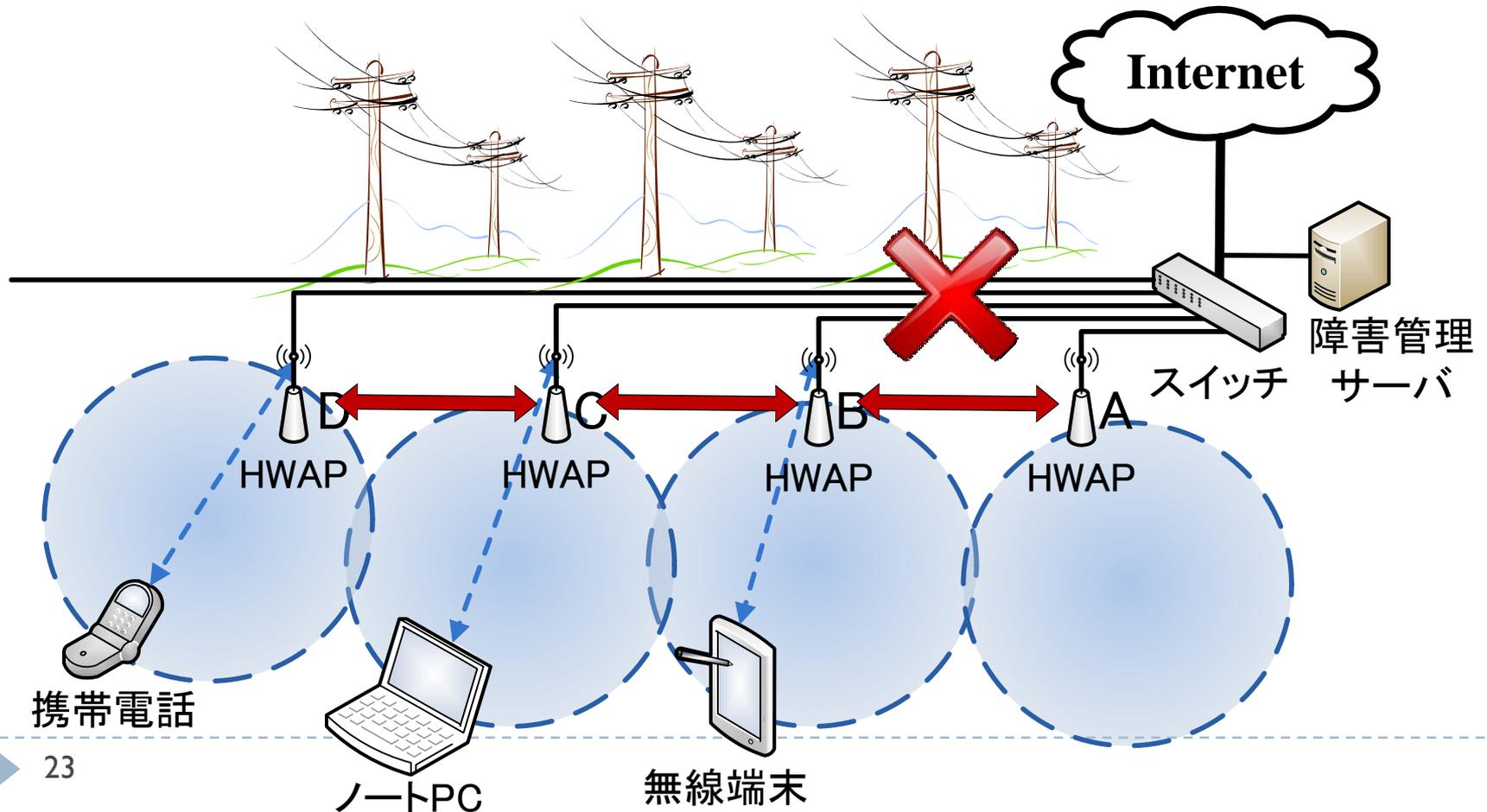
- ▶ 三種類のメッセージが随時流れている

LSM(Line State メッセージ)
ALM(AP Living メッセージ)
NSM(Neighbor State メッセージ)



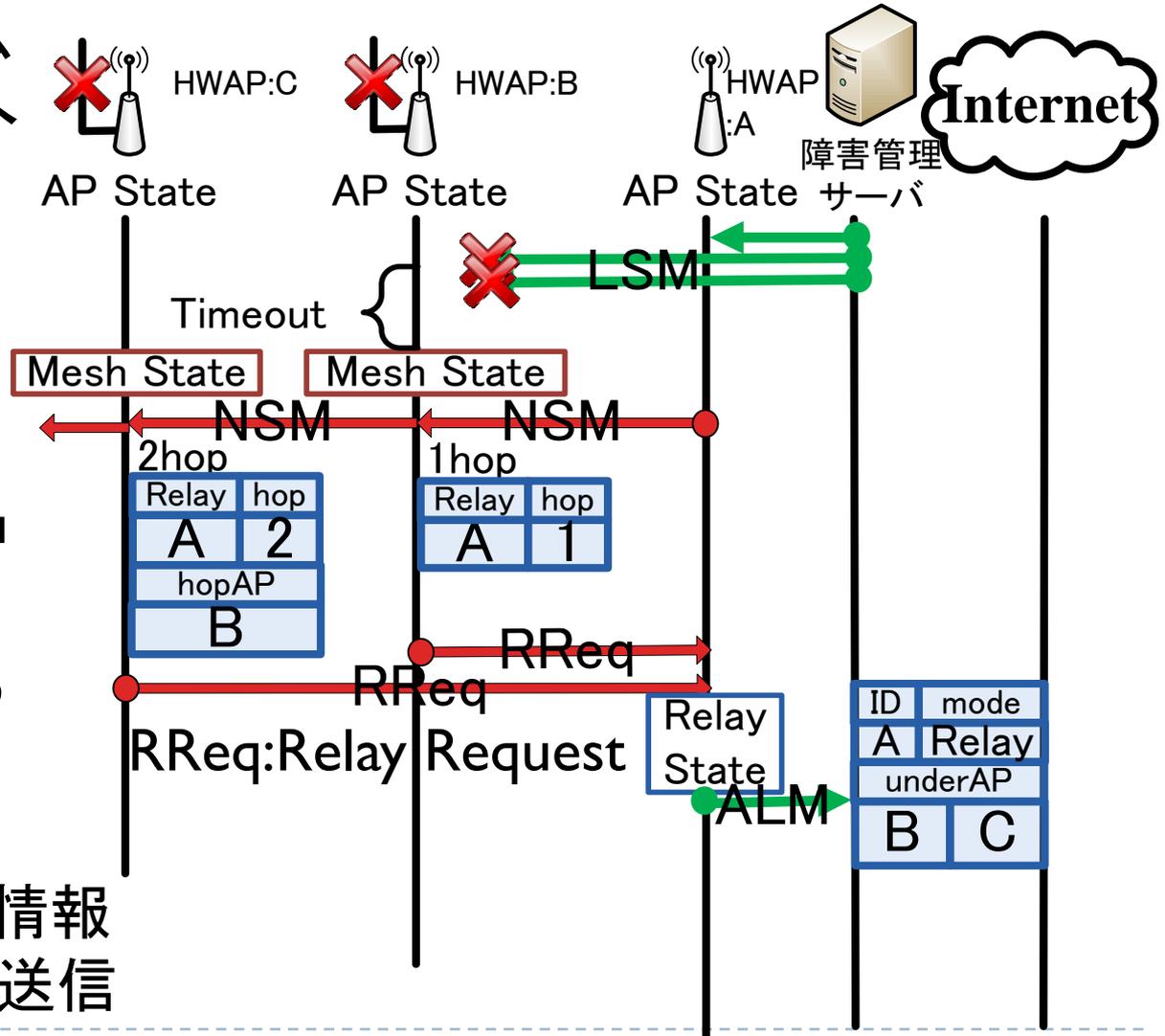
提案システムによる復旧方式

- ▶ 例としてA-B間が断線した場合を示す
 - ▶ A-B間が断線した場合、Bから先の通信も不能になる



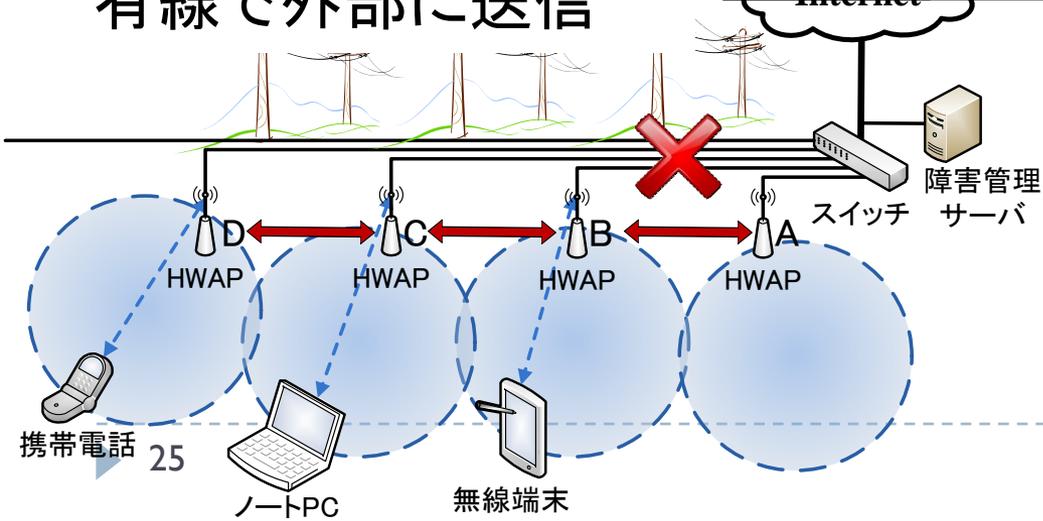
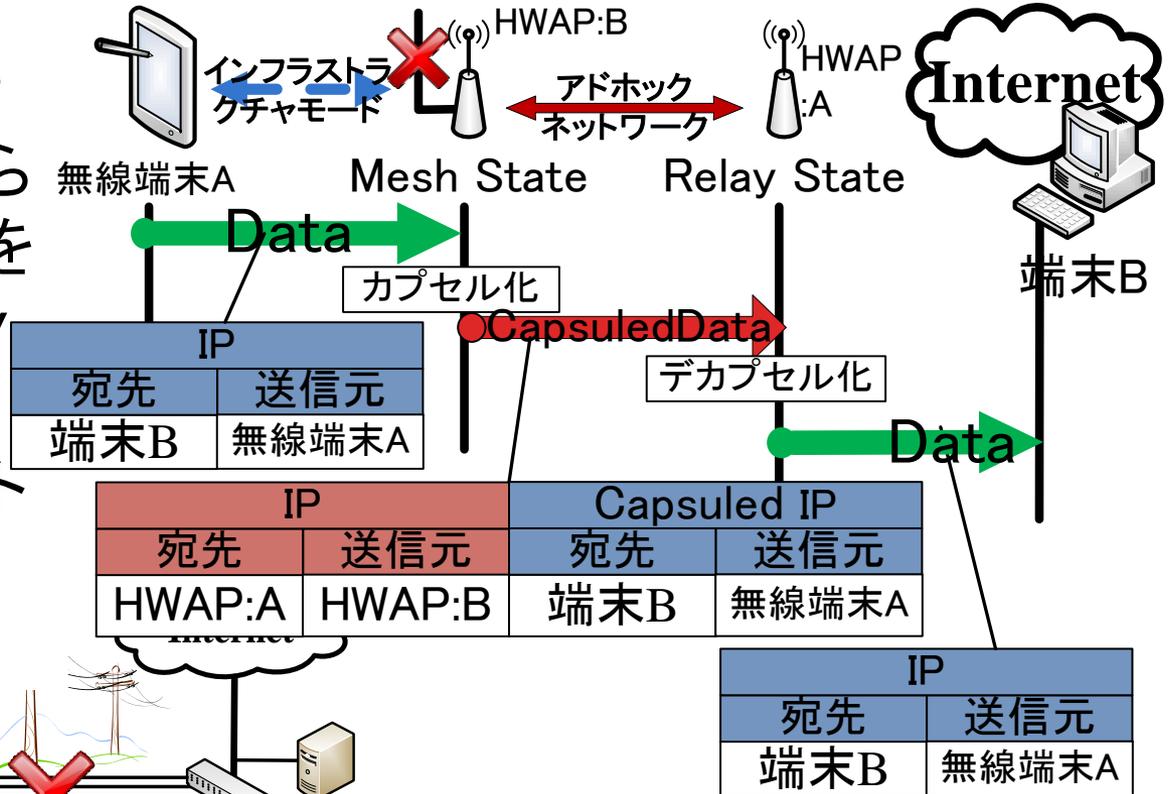
提案システムによる復旧方式

- ▶ LSメッセージのタイムアウトでMesh Stateへ遷移
- ▶ Mesh StateはNSメッセージを近隣にhopする
- ▶ Mesh StateはNSメッセージの送信元に中継要求
- ▶ 中継要求を受け取ったHWAPはRelay Stateへ遷移
- ▶ ALメッセージに障害情報を追記してサーバに送信



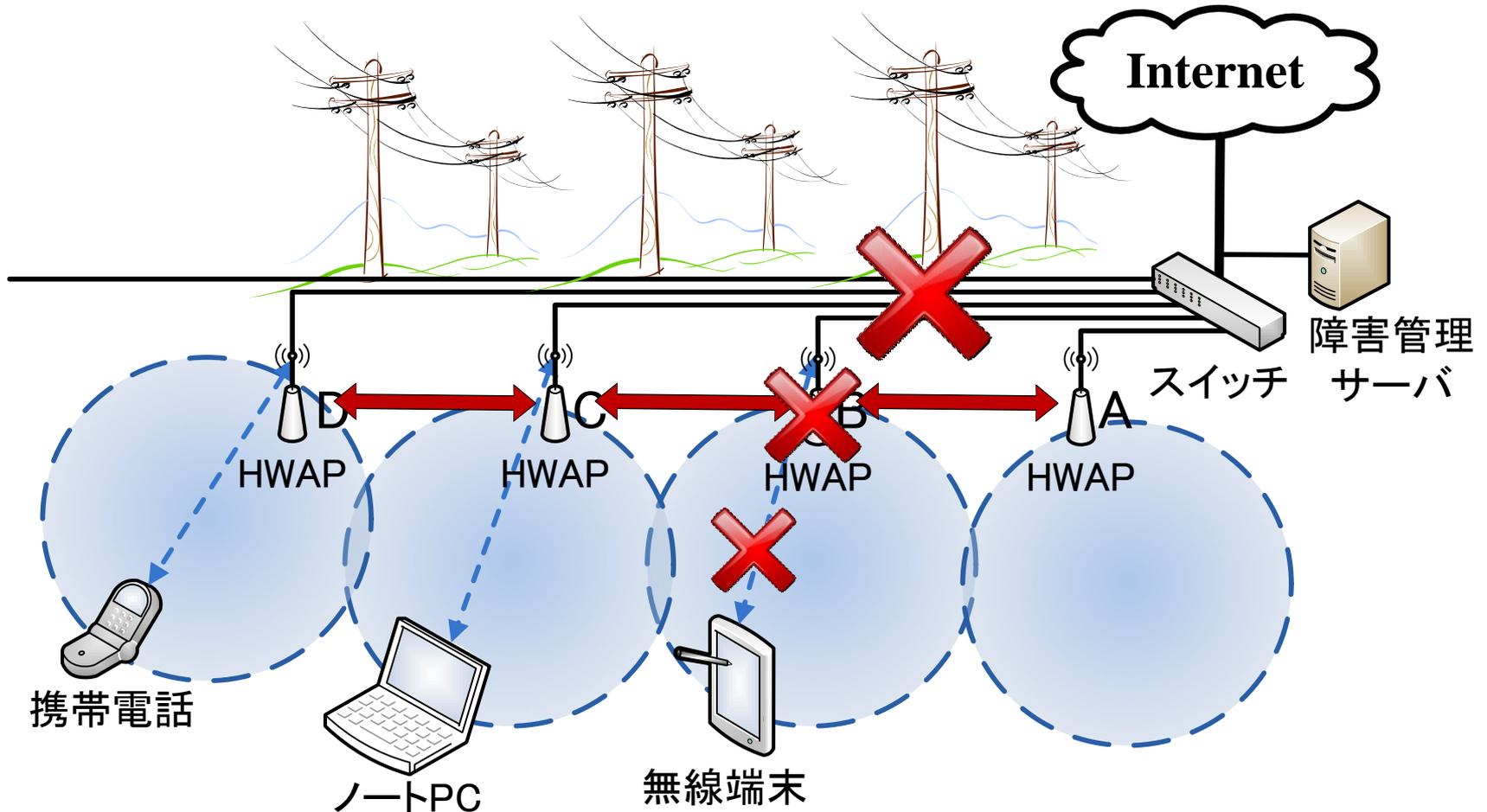
提案システムによる復旧方式(パケット中継)

- ▶ Mesh StateのHWAPは配下無線端末から受け取ったパケットをカプセル化してRelay Stateに中継
- ▶ Relay Stateはパケットをデカプセル化して有線で外部に送信



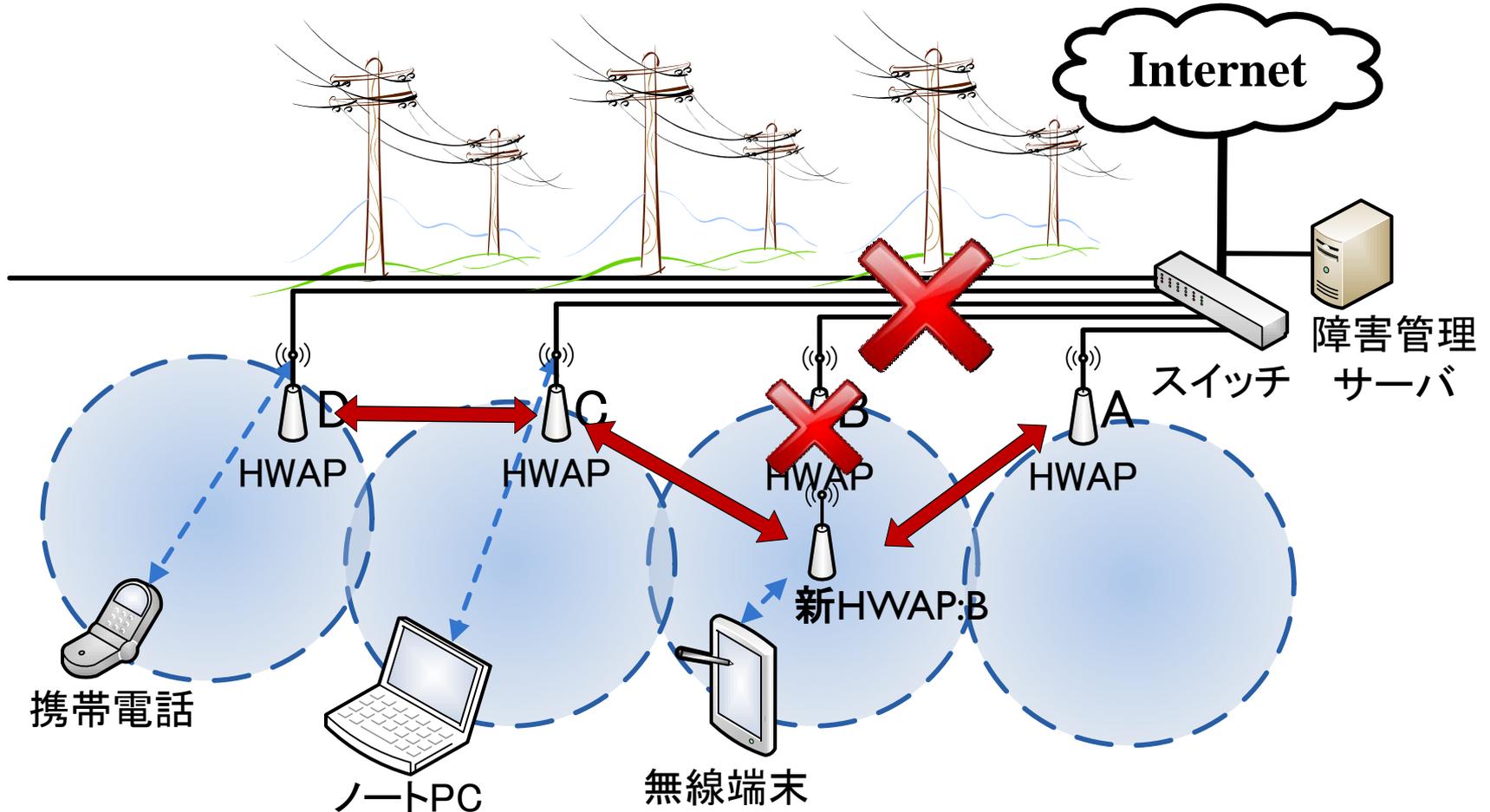
提案システムによる復旧方式

- ▶ さらにHWAP:B自体が故障した場合を示す



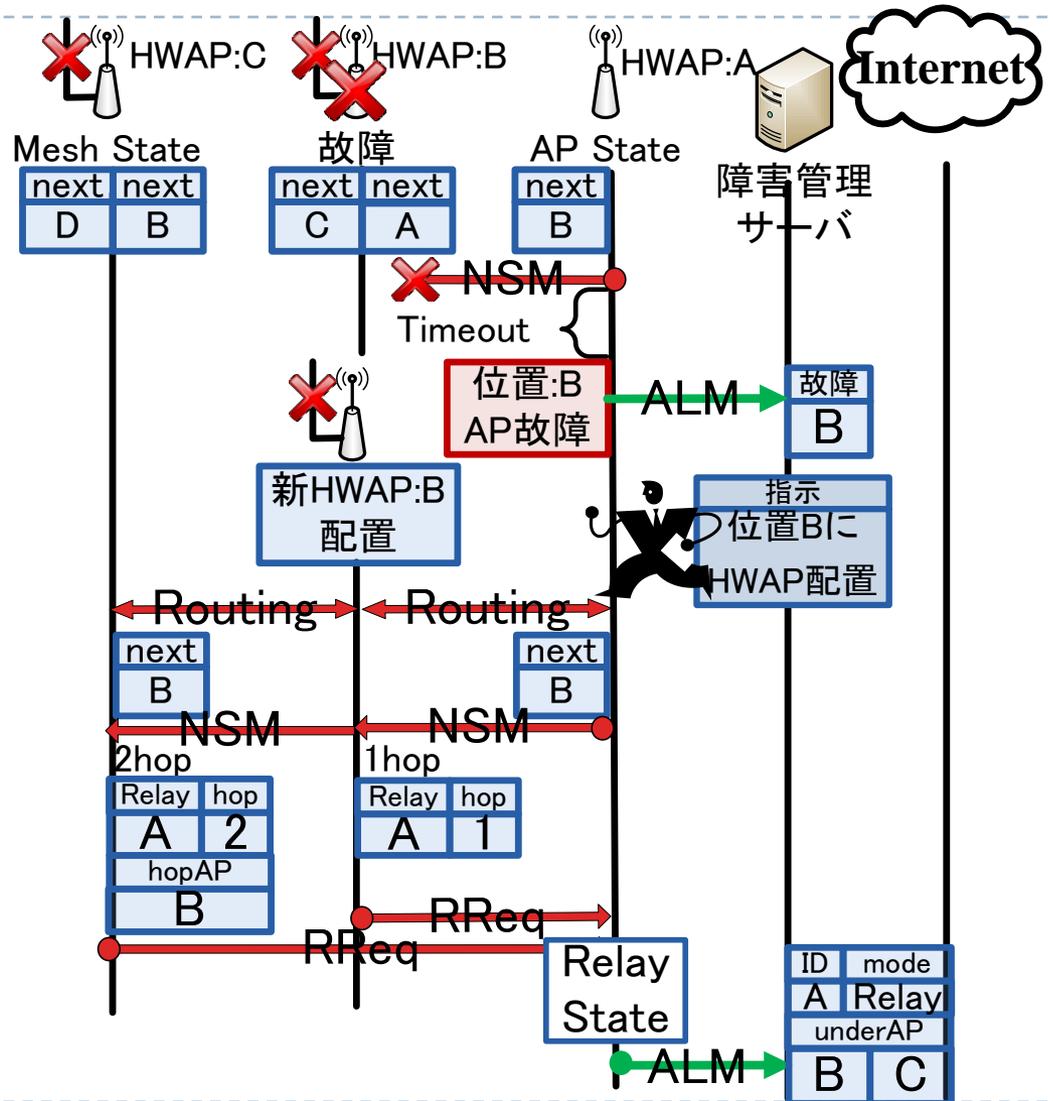
提案システムによる復旧方式

- ▶ HWAP自体が故障した場合新たにHWAPを設置する



提案システムによる復旧方式

- ▶ NSメッセージのタイムアウトでHWAPの故障を検知
- ▶ ALメッセージで障害管理サーバに情報を送信
- ▶ 障害箇所の特定後新たにHWAPを配置指示



むすび

- ▶ 公衆無線LANのAPに無線メッシュネットワーク機能を持たせる
- ▶ 通常時は有線
- ▶ 災害時の障害部分を無線メッシュネットワークに移行
- ▶ 管理サーバで障害部特定