

災害時における無線メッシュネットワークを用いた 孤立無線ネットワーク復旧手法の提案

永井 順也[†], 伊藤 将志, 渡邊 晃

名城大学理工学部 名城大学大学院理工学研究科

1. はじめに

災害等の被害により、無線ネットワークの無線アクセスポイント (AP) を接続する有線ケーブルが切断されるという状況が考えられる。このとき、無線端末が孤立した AP に接続し続け、外部ネットワークとの通信機会を失ってしまうことが懸念される。本稿では、我々が無線メッシュネットワークの一実現方式として研究を行っている WAPL(Wireless Access Point Link)[1][2]を拡張して、無線 AP の孤立した状態を素早く復旧させ、無線端末を元のネットワークに接続する方法を提案する。

2. WAPL

2.1 概要

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小さい。WAPLに利用するアドホックネットワークはMANETのルーティングプロトコルから自由に選択できる。

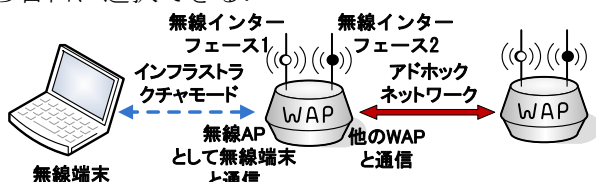


図1 WAPLの概要

Researches on the recovery of isolated networks using Wireless Access Point Link "WAPL"

[†]Junya Nagai, Akira Watanabe

[‡]Faculty of Science and Technology, Meijo University

[†]Masashi Ito

[‡]Graduate School of Science and Technology, Meijo University

また、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。

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と無線端末のマッピング情報をWAP間で交換し、LT (Link Table) に記録する。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を広告する。LT生成要求メッセージには探索端末の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生成要求メッセージ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述する。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応答メッセージを返す。LT応答メッセージ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、LT生成要求メッセージの送信元WAPはLT応答メッセージを受け取ると、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述する。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。

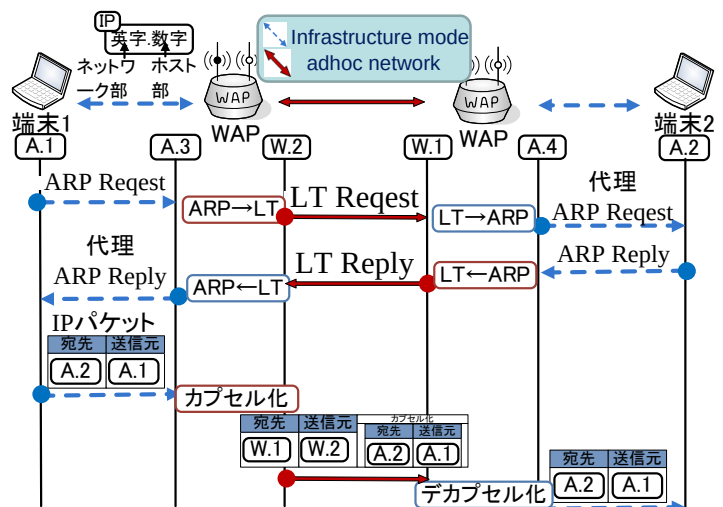


図2 LTの生成シーケンス

3. 提案方式

3.1 R-WAP

提案方式では、インターネットから孤立した AP とそれが所属する孤立ネットワークを WAPL が提供するネットワークを介して元のネットワークに復旧させる。孤立ネットワークと WAPL の接続は WAP が孤立 AP の配下端末となることで確立する。これを実現するため、図 3 のように、WAP には AP 配下端末として接続できる機能を新たに追加した。この AP の配下端末となる WAP を R-WAP(Relay Wireless Access Point) と呼称する。

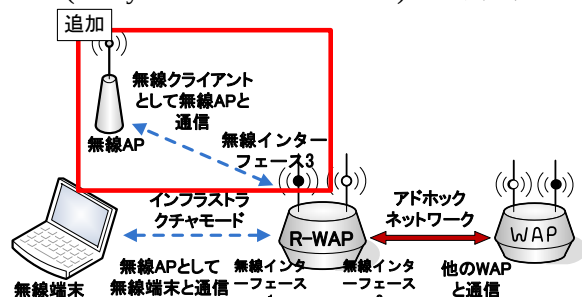


図.3 R-WAP 概要

3.2 復旧の流れ

本方式によって復旧したネットワークの構成例を図.4 に示す。R-WAP を復旧させたい孤立ネットワークと元の無線ネットワークのそれぞれ無線 LAN クライアントとして AP の配下に設置する。

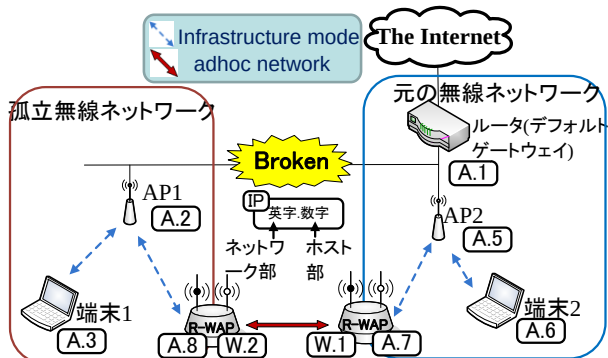


図.4 ネットワーク構成例

復旧対象のネットワークのどちらかに DHCP サーバがあればインフラストラクチャ側のネットワーク設定は自動で行うことができる。

R-WAP はインフラストラクチャ側とアドホック側の両方に DHCP 探索メッセージを送信し、DHCP の有無を調べ、DHCP サーバが存在すれば無線 LAN クライアントインタフェースの IP アドレスとデフォルトゲートウェイの IP アドレスを取得する。失敗した場合は手動で設定する。経路生成とパケットの中継方法を図 5 に示す。経路生成は通常の WAPL と同様に ARP をトリガにして、LT を生成することで実現する。R-WAP

は AP を介して端末からの ARP 要求を受信すると、他の R-WAP へ LT 生成要求メッセージをフラグディングする。LT 生成要求メッセージを受信したすべての R-WAP は自身の LT に送信元端末と送信元 R-WAP の IP アドレスの対応を記述し、R-WAP の無線 LAN クライアントインタフェース側から AP へ、代理で ARP 要求をブロードキャストする。探索端末からの ARP 応答を受信した R-WAP はユニキャストで LT 生成要求メッセージの送信元 R-WAP に LT 応答メッセージを送信する。送信元 R-WAP は LT 応答メッセージを受け取ると、自身の LT に探索端末と、その探索端末を配下に持つ R-WAP の IP アドレスの対応を記述し、ARP 要求の送信元端末へ向けて無線 LAN クライアントインタフェース側から AP を介して ARP 応答を送信する。以上の動作により、互いの R-WAP に相手端末への LT が生成され、以後のデータパケットは R-WAP 間のアドレスにより IP カプセル化されて中継される。

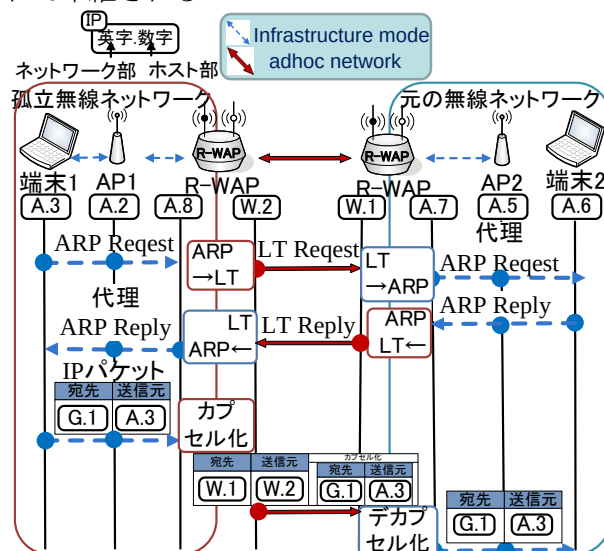


図.5 経路生成とパケット中継シーケンス

4. むすび

孤立した無線ネットワークの復旧を実現するために WAP に無線 LAN クライアント機能を持たせ、AP と WAPL を介して、切断されたネットワーク間のパケットを中継する方法を提案した。今後は実装と評価を行う。

参考文献

- [1] 伊藤将志, 鹿間敏弘, 渡邊晃 シームレスハンドオーバーを実現する無線メッシュネットワークの提案とシミュレーション評価 (DICOM02007 シンポジウム論文集, Vol.2007, No. 1, pp.1-8)
- [2] 加藤 佳之, 伊藤将志, 渡邊晃 無線アクセスポイントリンク "WAPL" の提案と評価 (DICOM02007 シンポジウム論文集, Vol. 2007, No. 1, pp.9-15)

災害時における無線メッシュネットワークを用いた 孤立無線ネットワーク復旧手法の提案

Proposal of method of restoring wireless isolation network at the disaster
where wireless mesh network was used

名城大学 理工学部 情報工学科
永井順也 伊藤将志 渡邊晃

はじめに

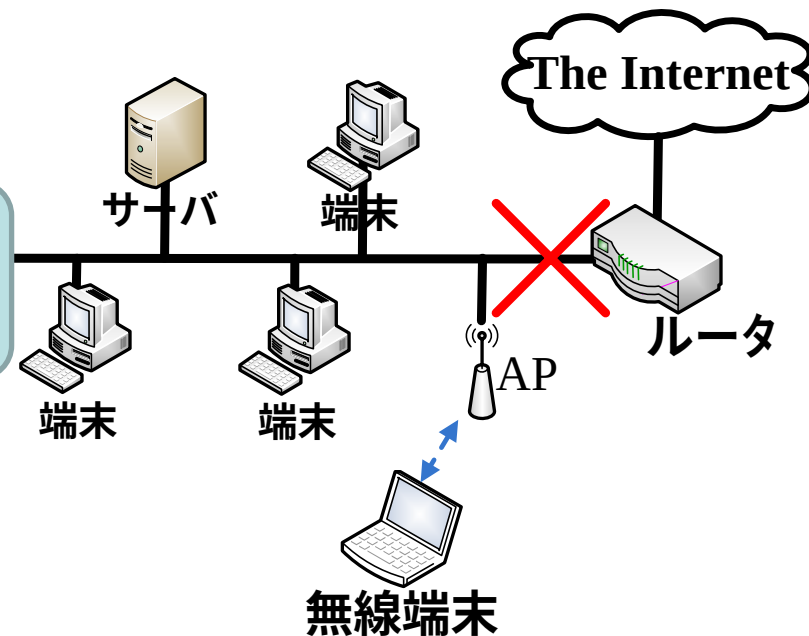
災害等の被害によりネットワークが破壊されると全壊、半壊、健全のネットワークが混在する

半壊のネットワークに限定

ネットワークが破壊され外部との通信が不能になるという状況が考えられる

近年、無線LANが普及

ネットワークに無線アクセスポイント (AP) が存在することが考えられる

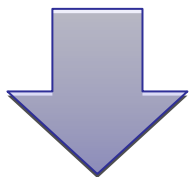


課題 孤立無線ネットワーク

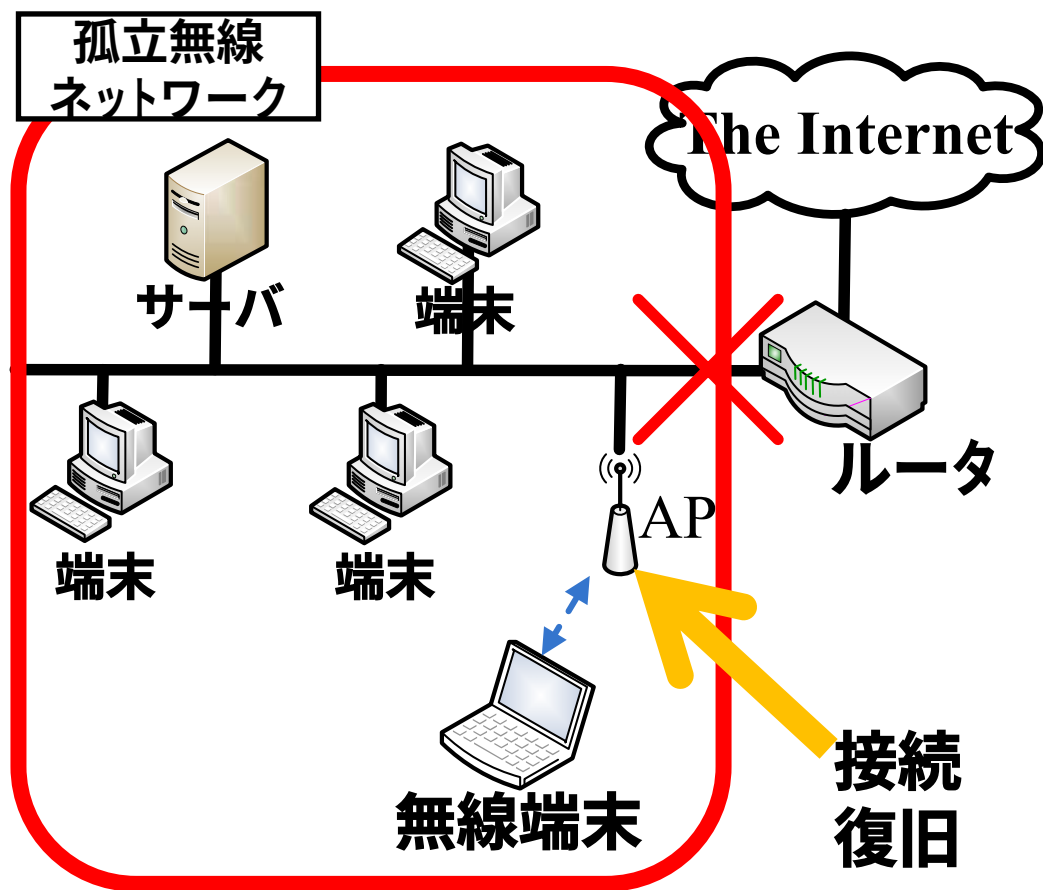
無線ネットワークとインターネットとの間に 障害が発生した場合

孤立無線ネットワークが
発生

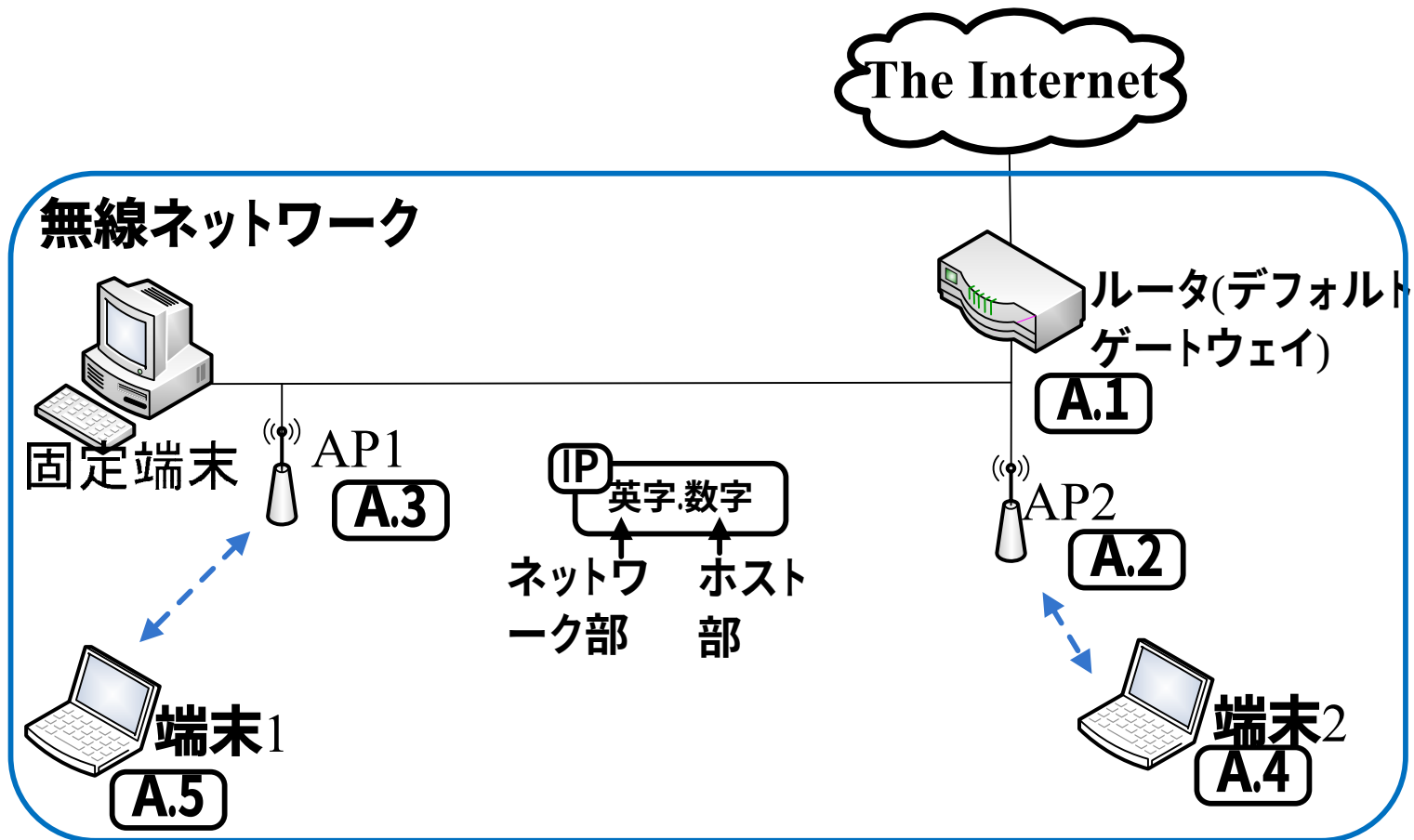
孤立無線ネットワークの
AP自体は正常



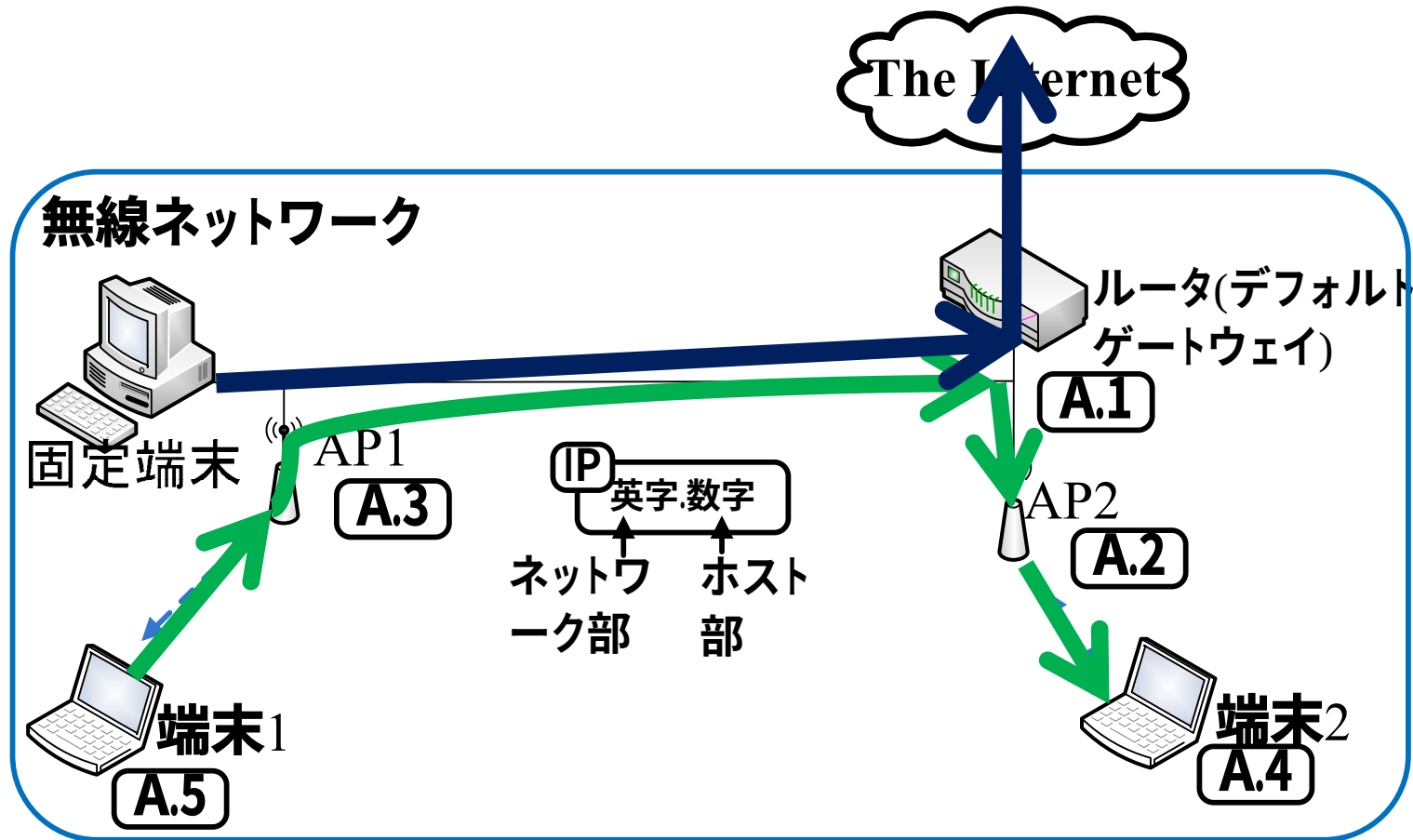
孤立無線ネットワーク内
に存在するAPを使って
ネットワークの復旧がで
きないか



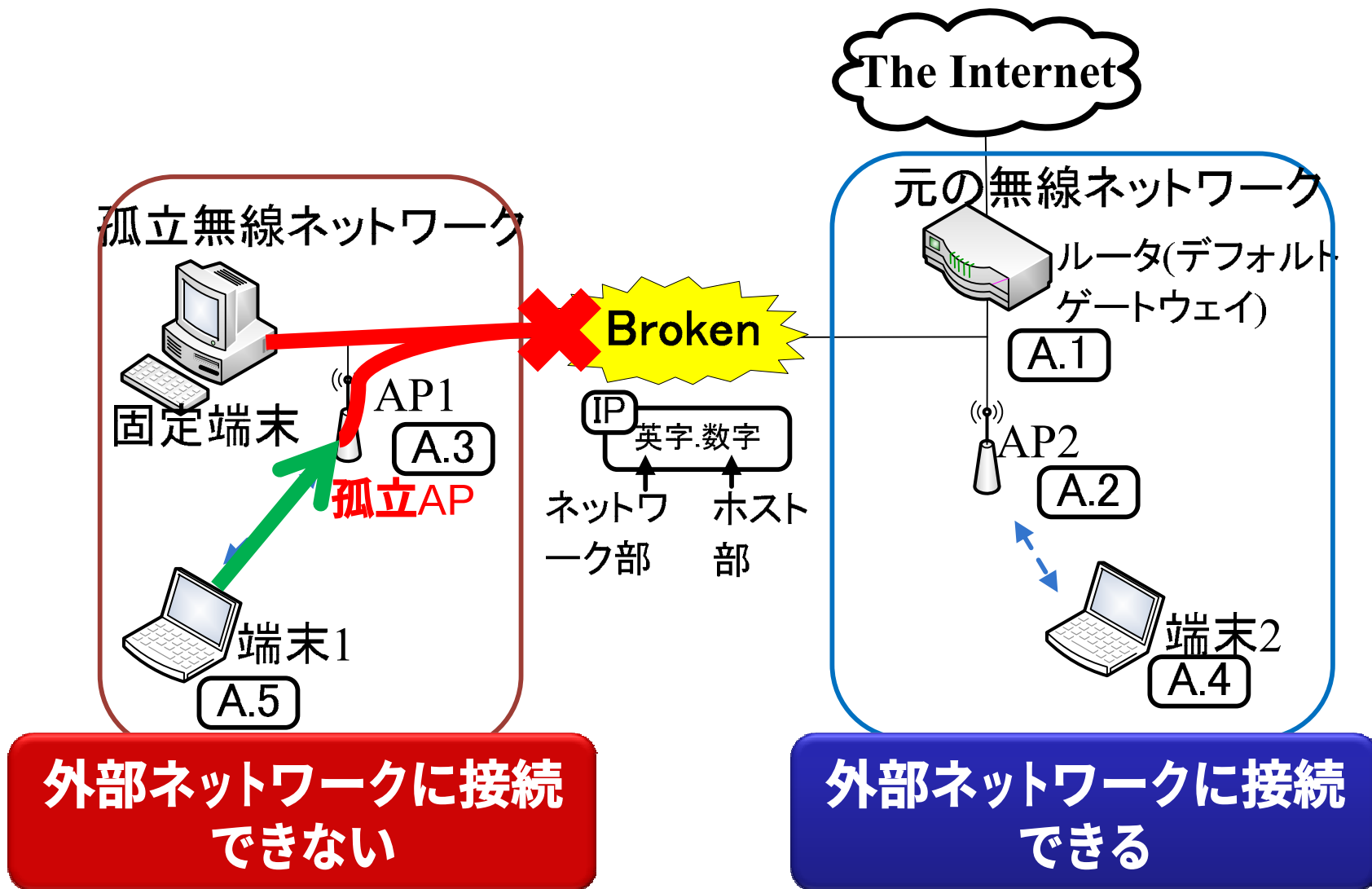
孤立無線ネットワークの発生例



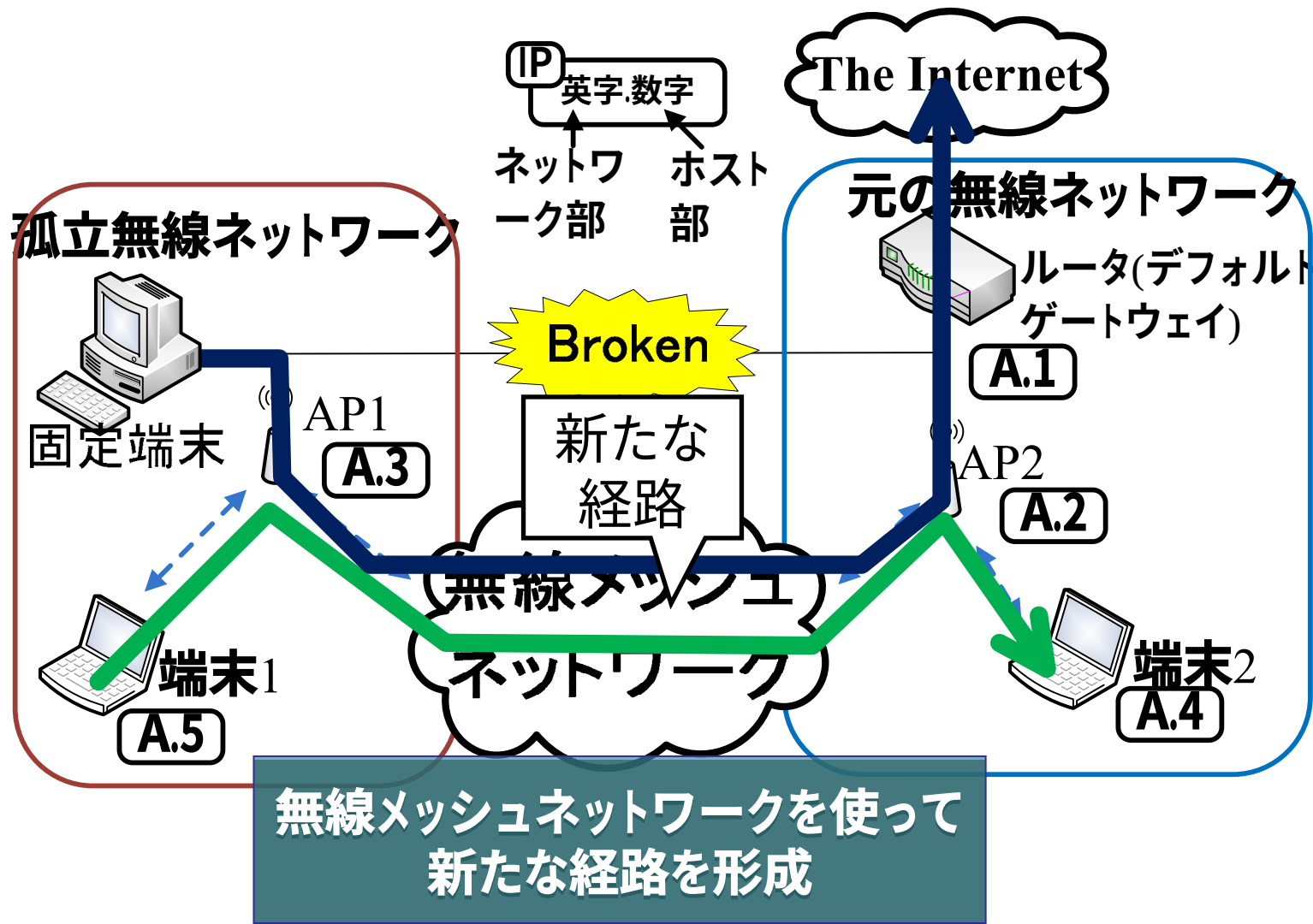
孤立無線ネットワークの発生例



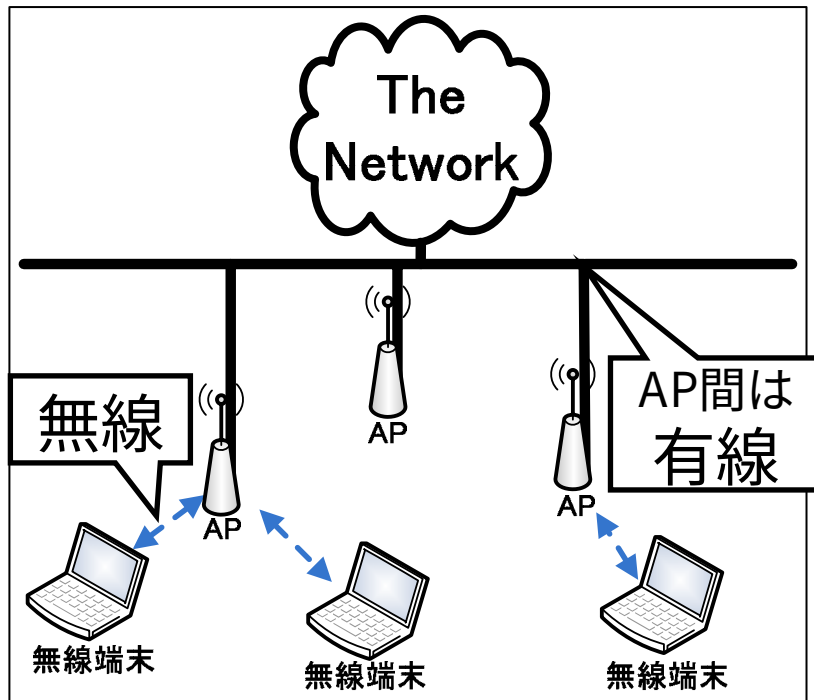
孤立無線ネットワークの発生例 障害発生



復旧概要

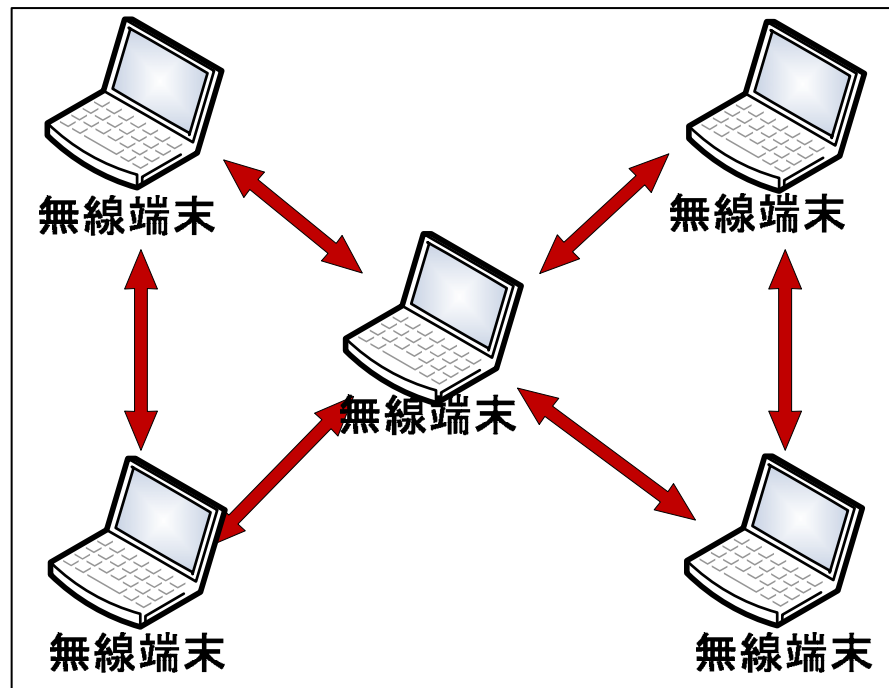


具体的な説明の前に 無線LANの種類



インフラストラクチャモード

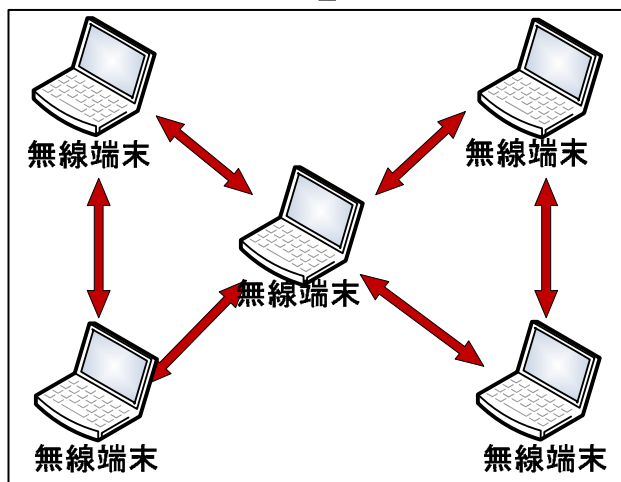
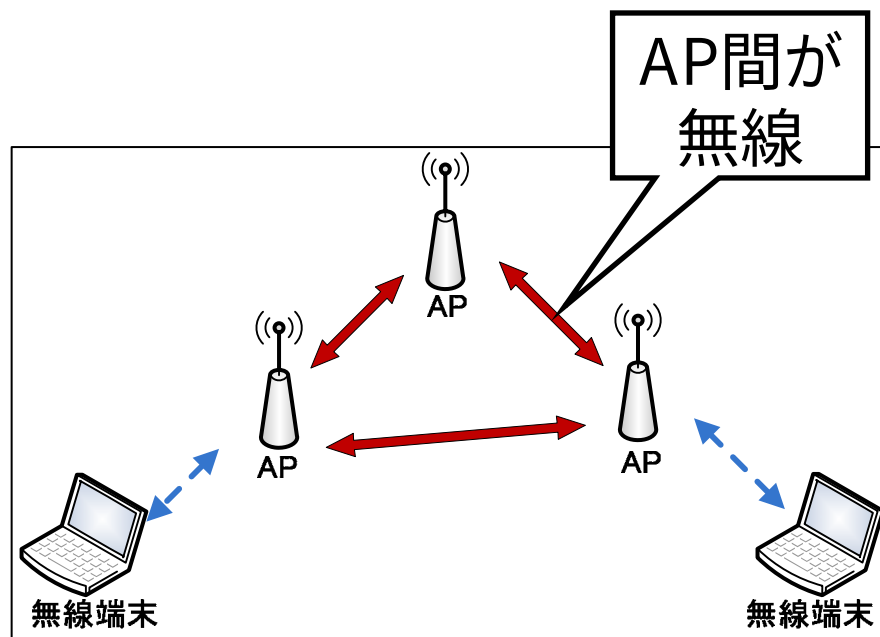
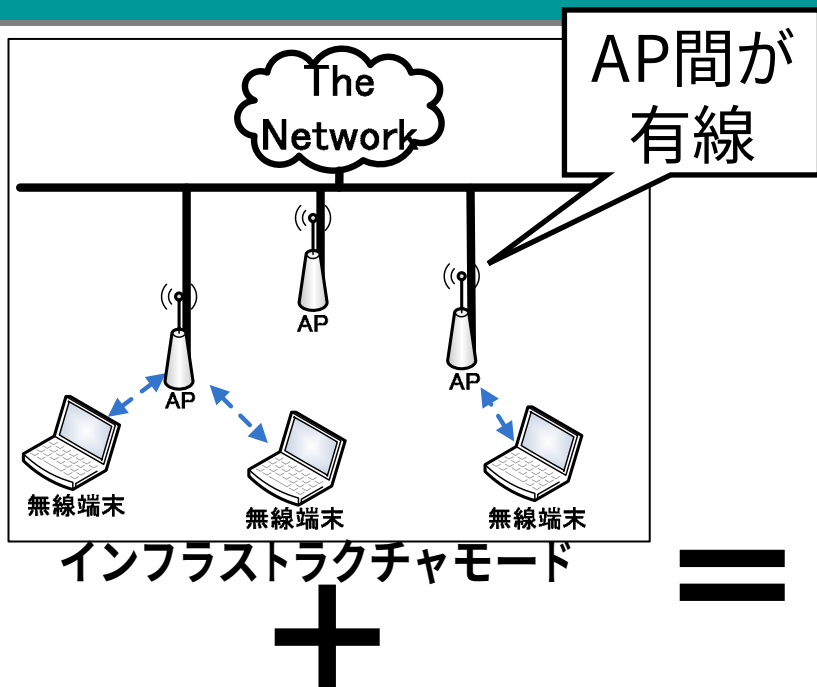
- ⇒一般的な無線LAN
- ⇒無線端末は無線アクセスポイント(AP)を介して通信
- ⇒AP間は有線



アドホックネットワーク

- ⇒研究段階のネットワーク
- ⇒無線端末同士が直接通信
- ⇒遠くの端末とはバケツリレー方式で通信

具体的な説明の前に 無線メッシュネットワーク



アドホックネットワーク

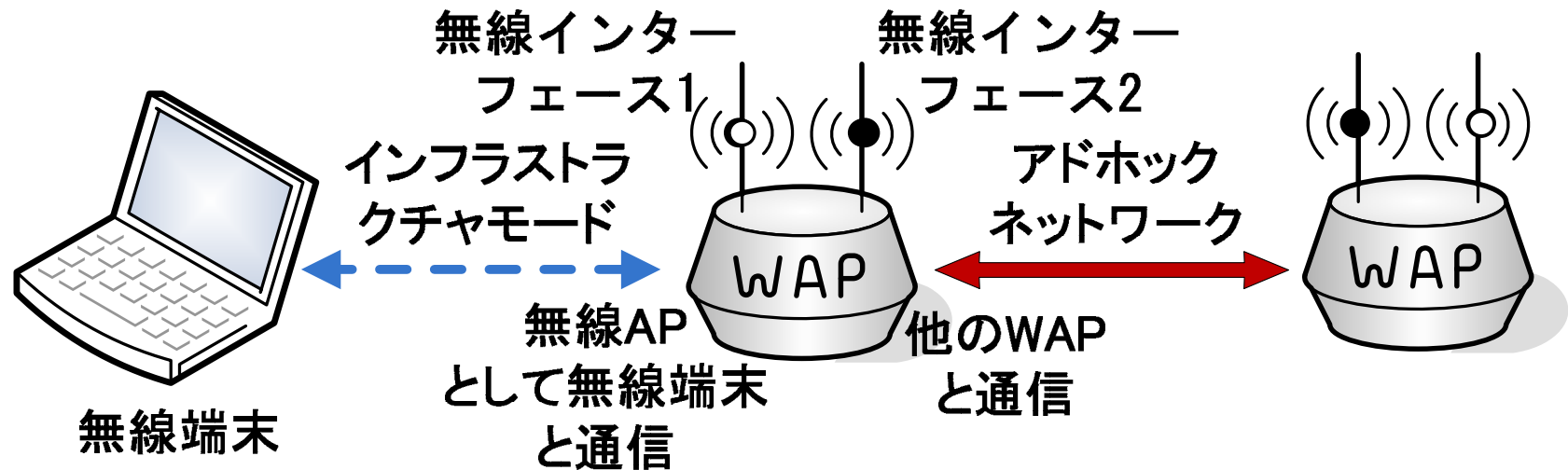
無線メッシュネットワーク

⇒研究段階のネットワーク

⇒AP間も無線のため有線の工事が
いらない

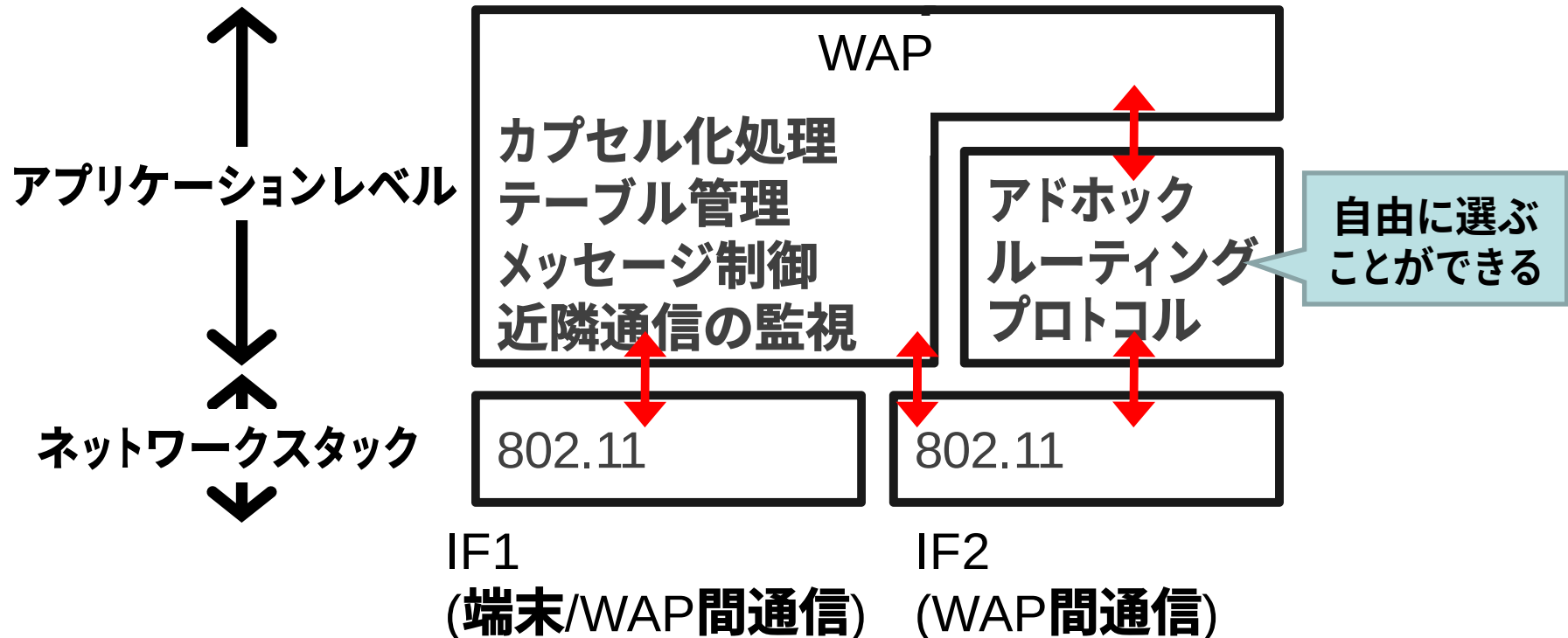
WAPL(Wireless Access Point Link)

- 我々が提案してきた無線メッシュネットワークシステム
- WAPL独自のAPをWAPと呼称
- WAPは2つの無線インターフェースを持つ
- WAP-無線端末間はインフラストラクチャモード，WAP間はアドホックネットワークで通信

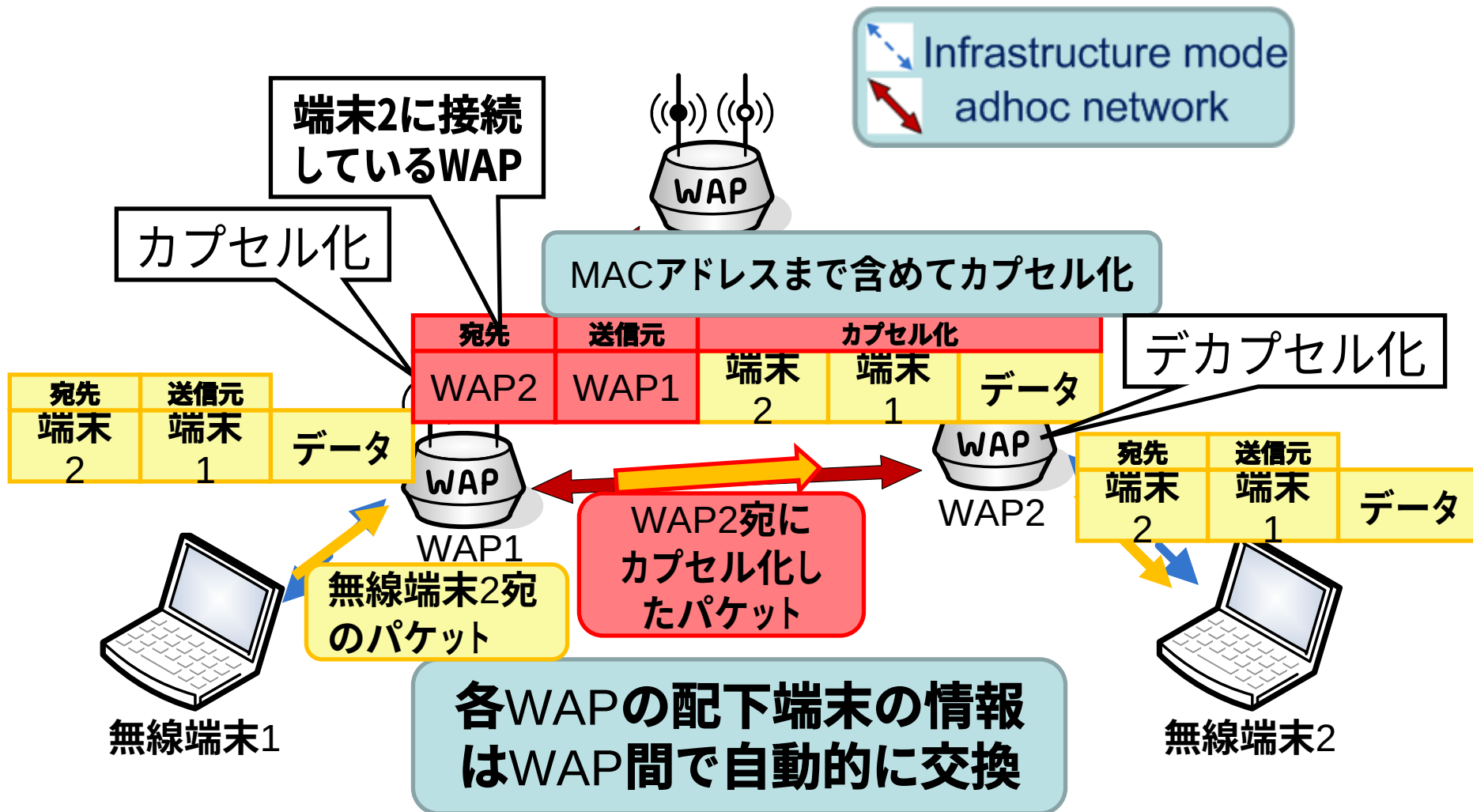


WAPL(Wireless Access Point Link)

- **すでに実装済み(あいちITSフォーラムに出展)**
- **アプリケーションレベルで動作**
- **WAP間で形成するアドホックネットワークのルーティング
プロトコルはWAPの動作から独立**



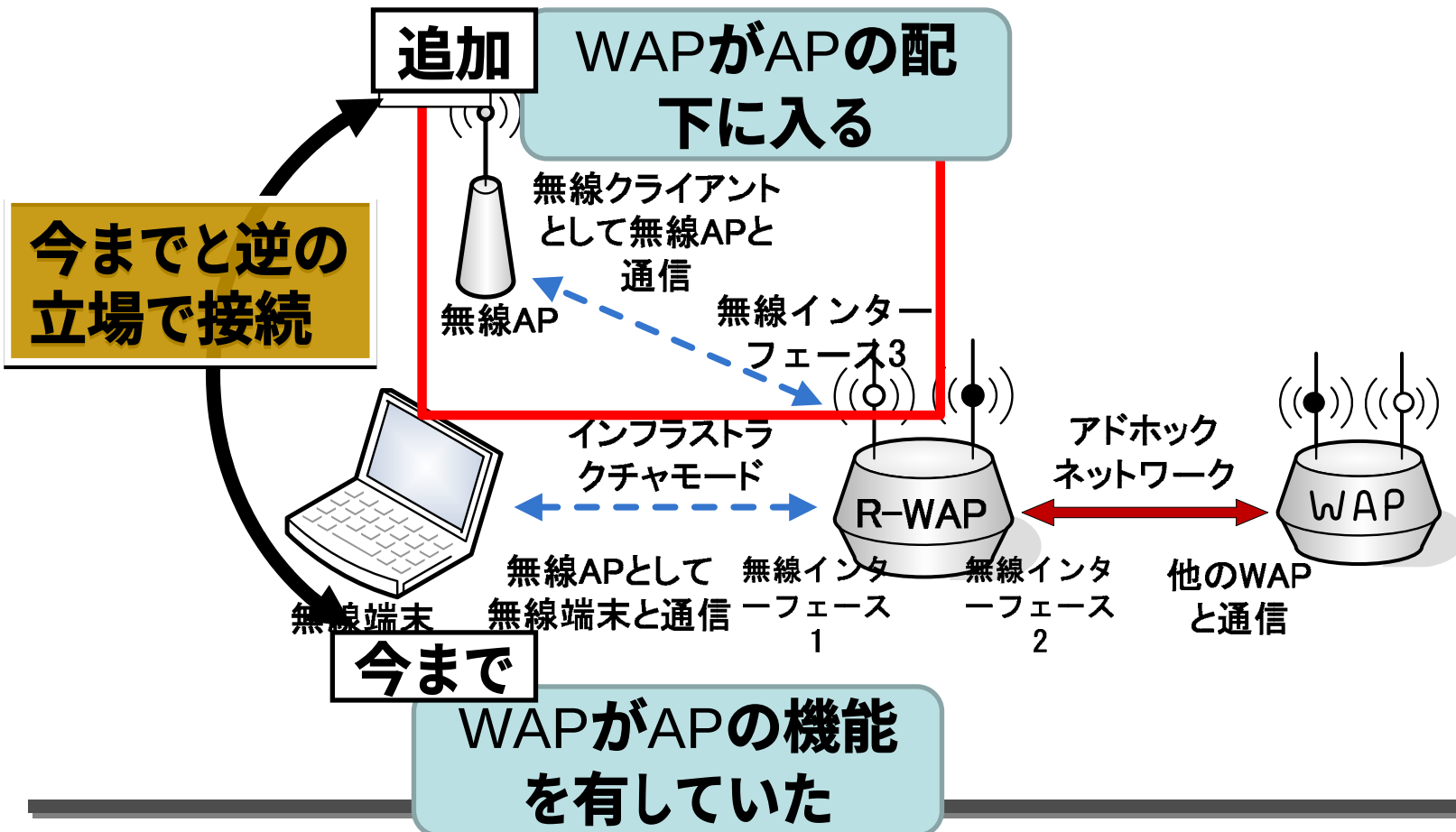
WAPLを用いた無線メッシュネットワーク



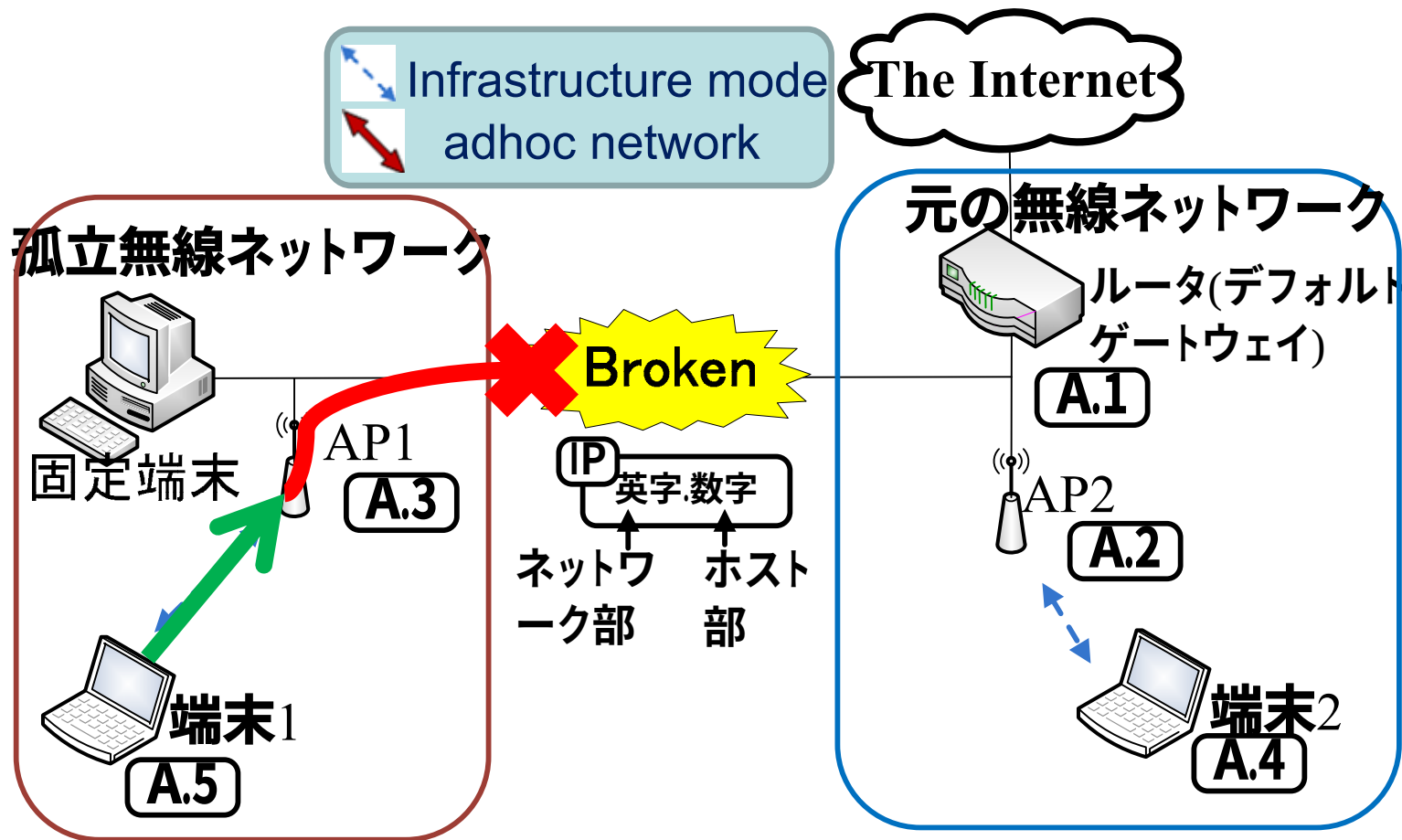
WAPの拡張 -R-WAP-

R-WAP(Relay - Wireless Access Point)

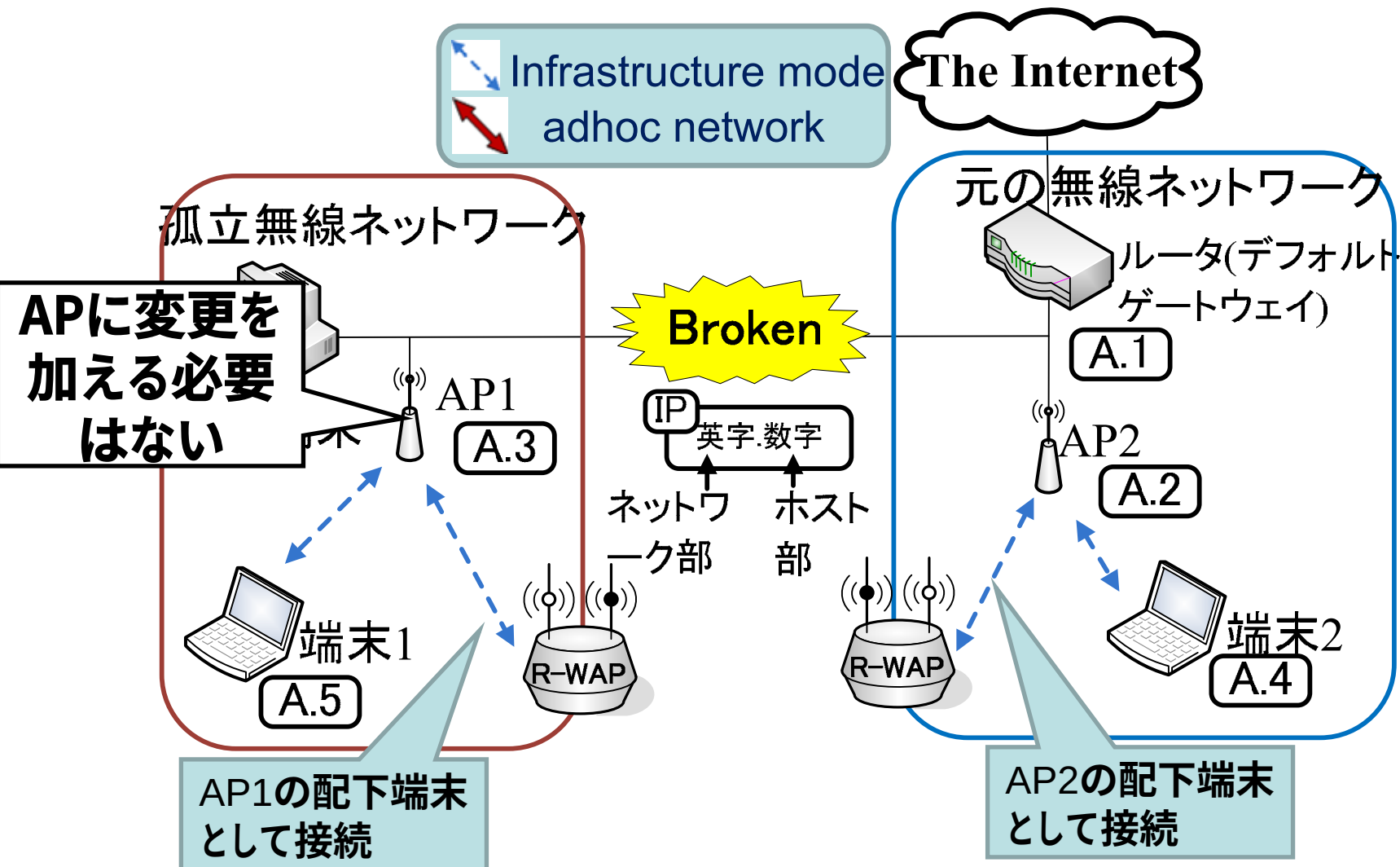
- 孤立したAPに対して**クライアントとしてAPの配下に入り**, パケットを中継する



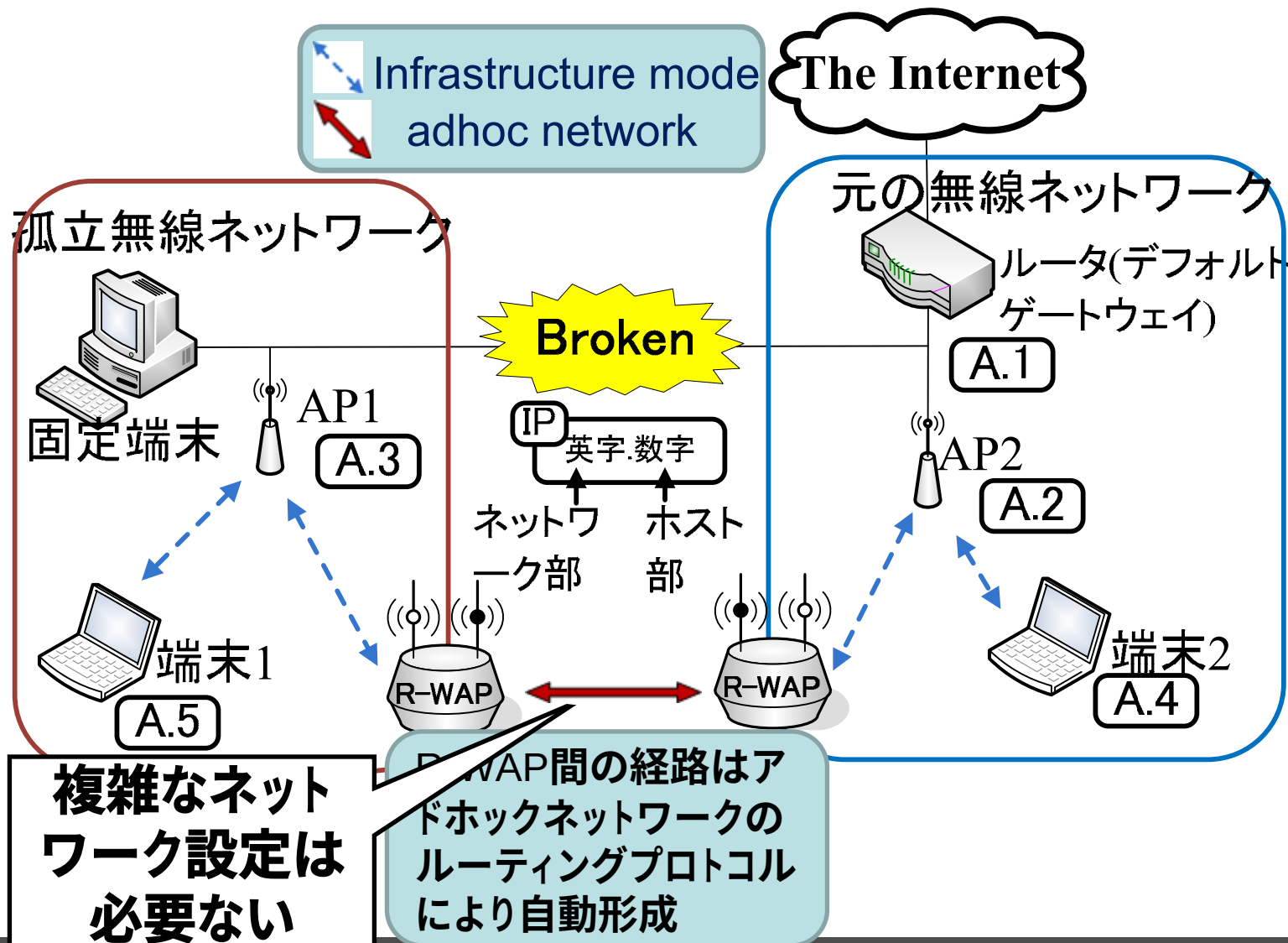
復旧方法



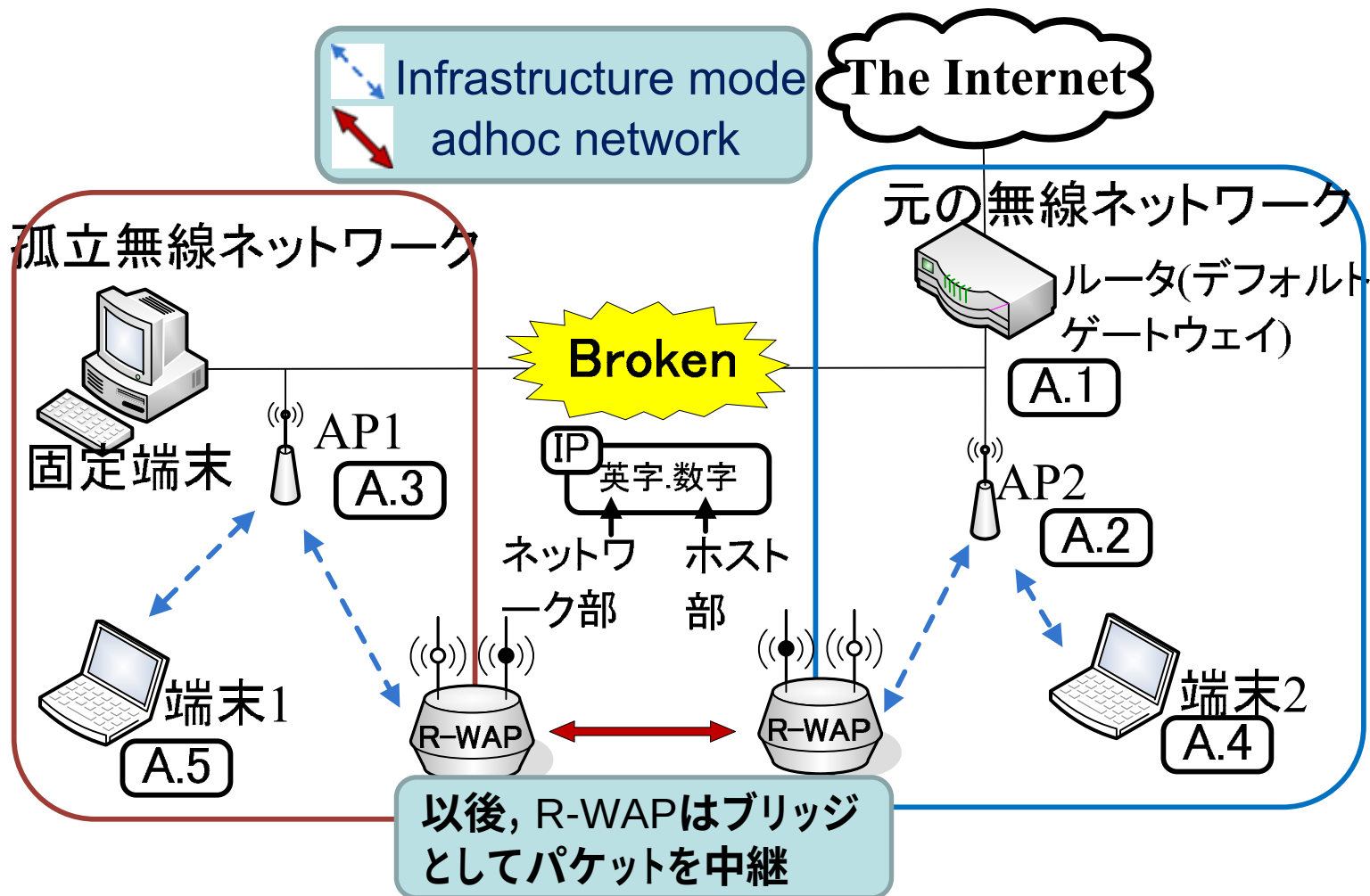
復旧方法



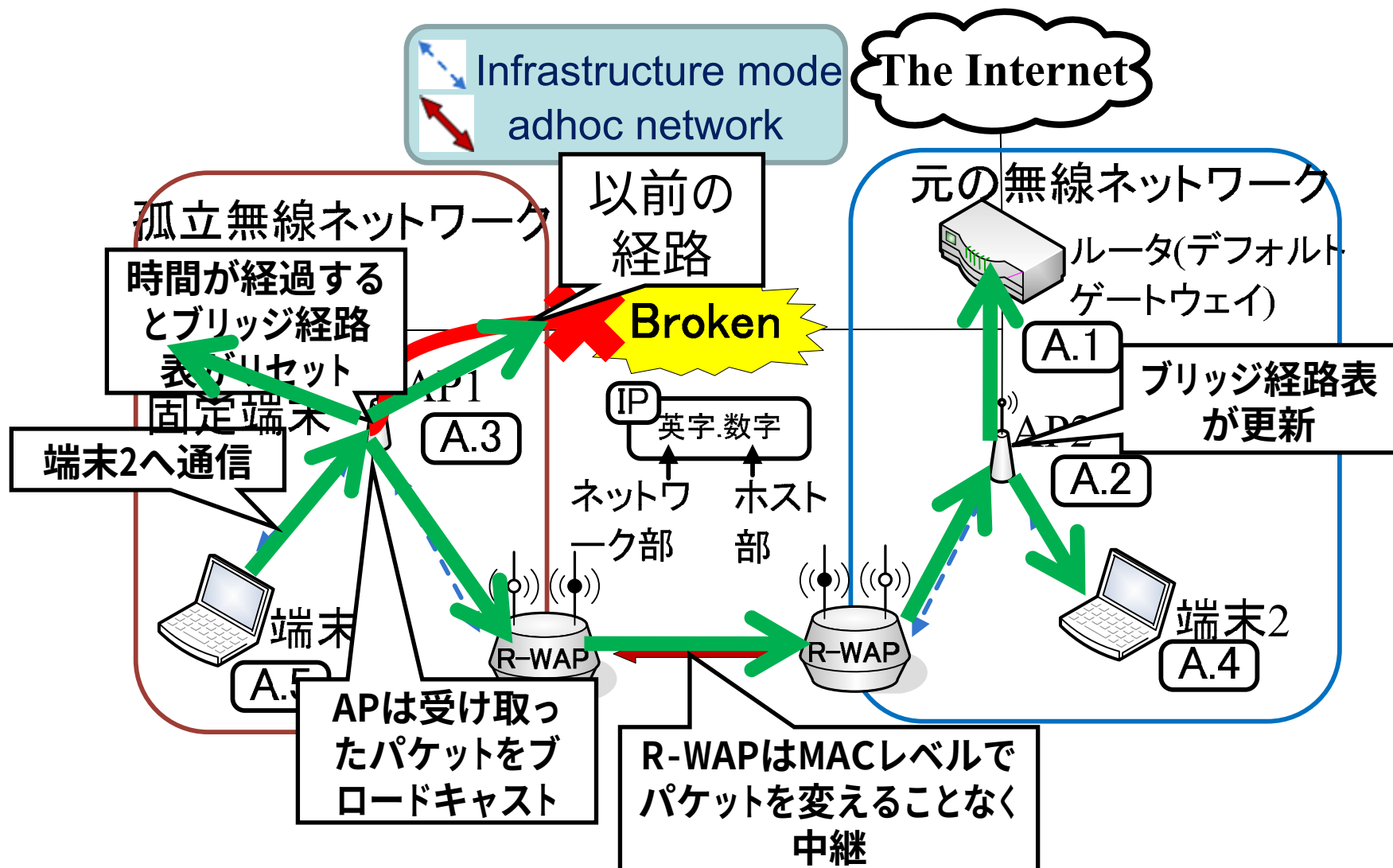
復旧方法



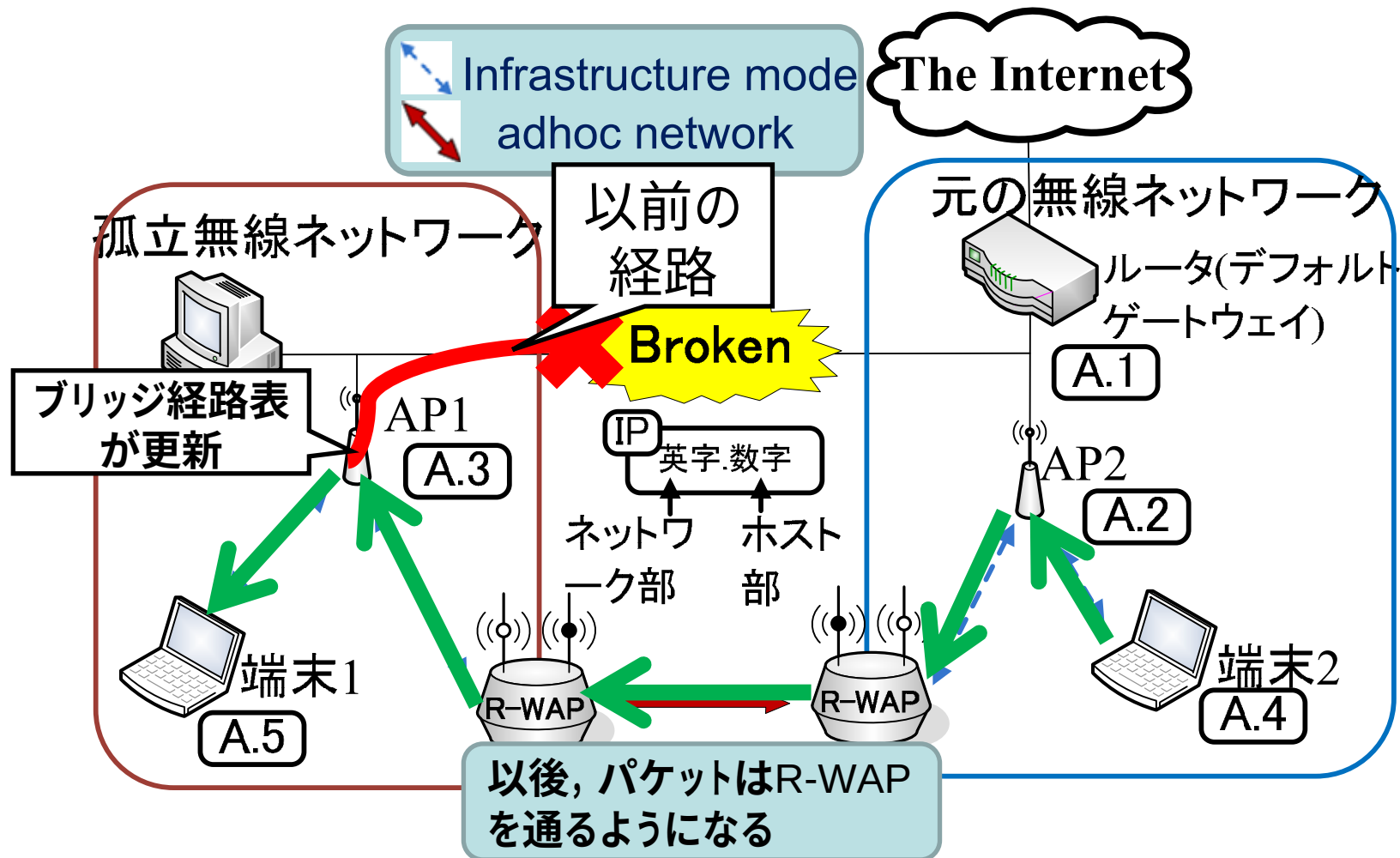
復旧方法



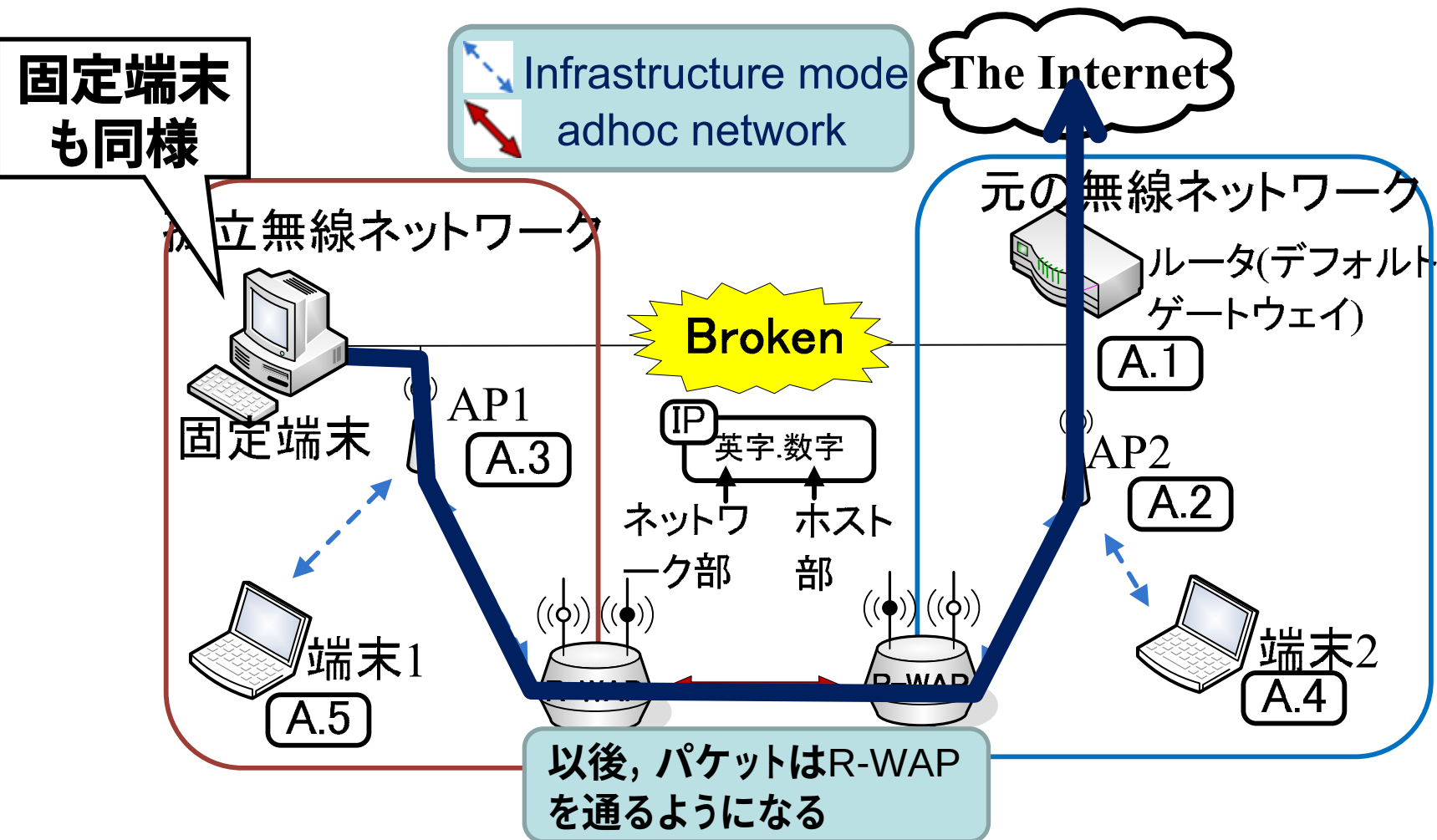
復旧方法



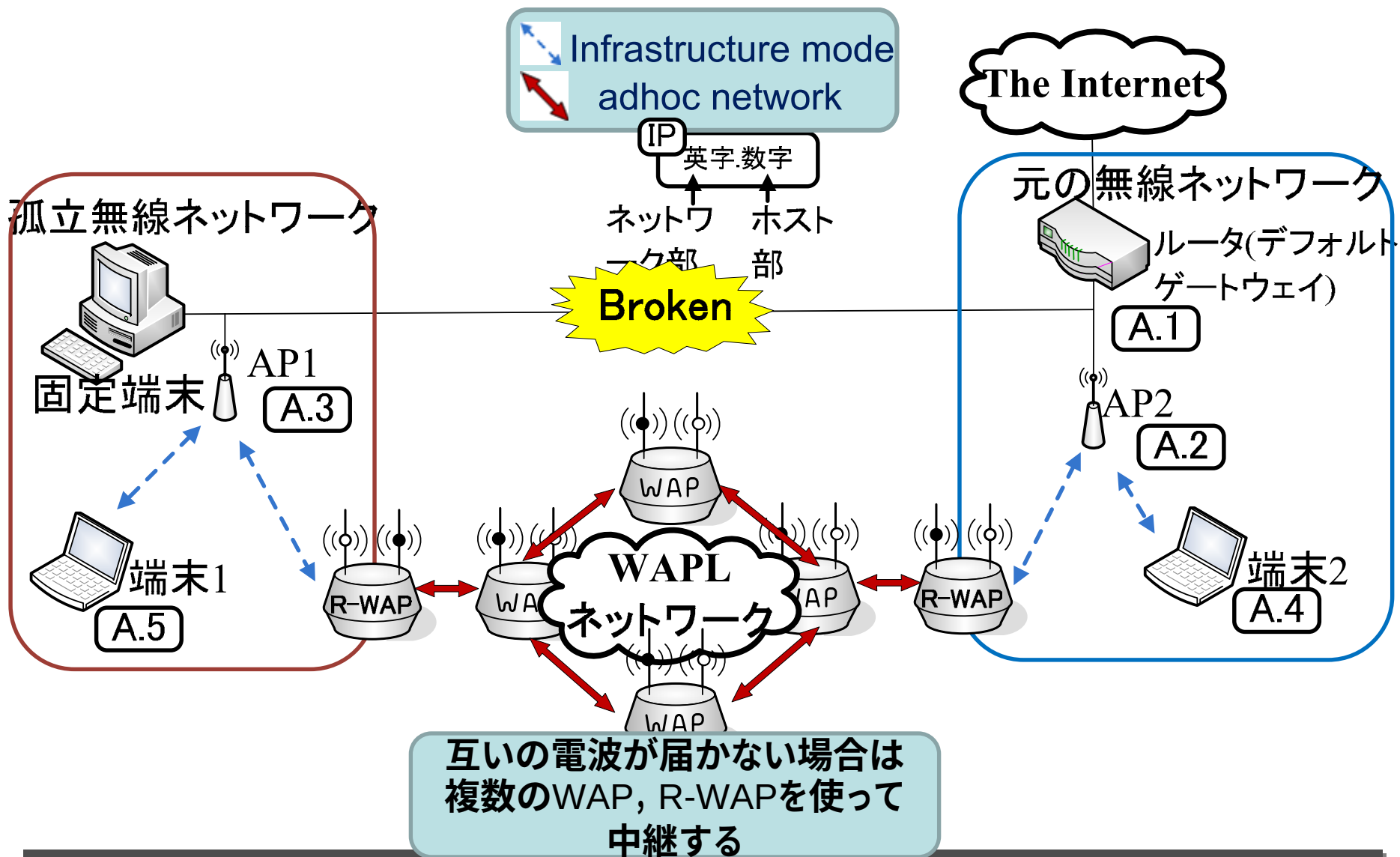
復旧方法



復旧方法



復旧方法

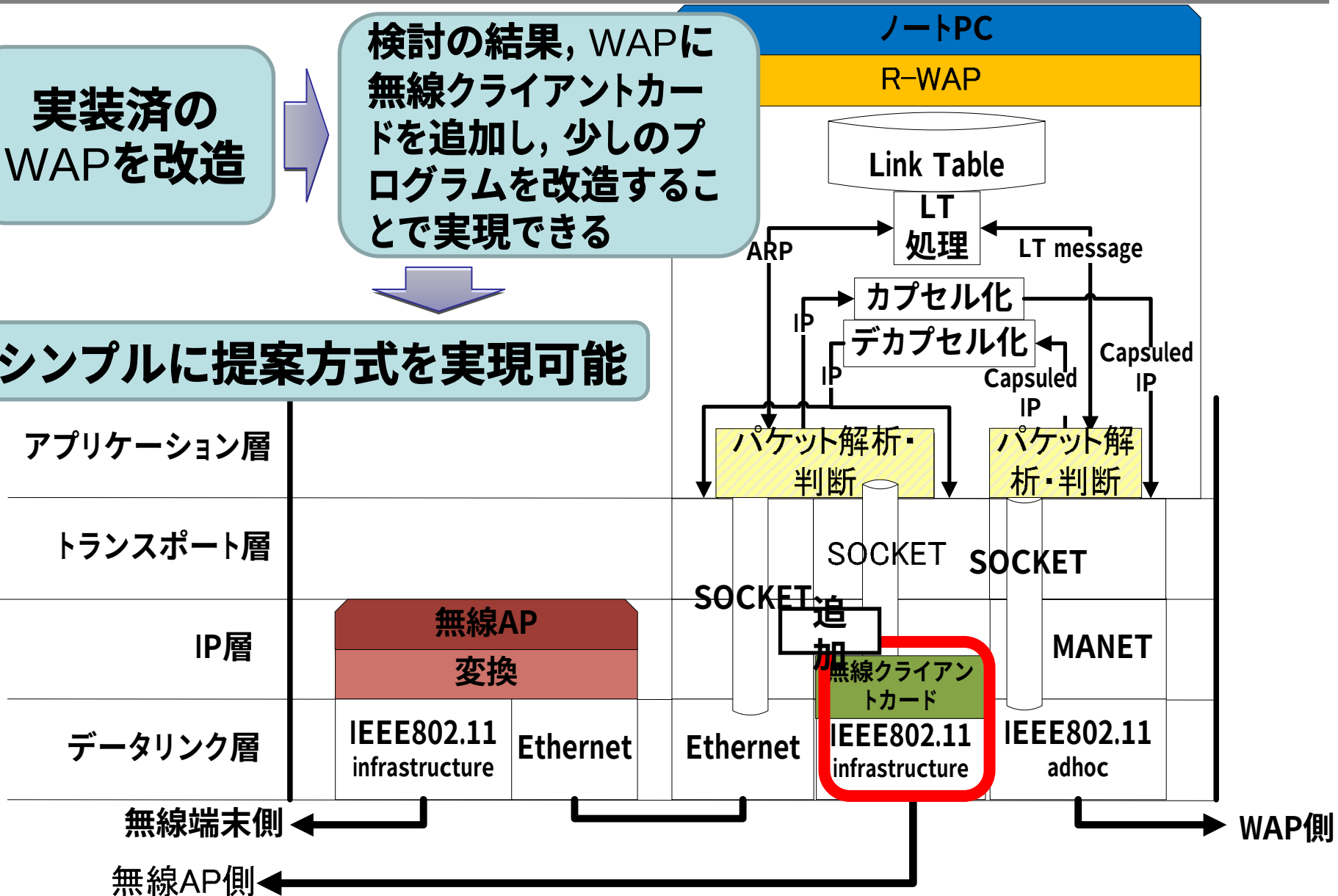


R-WAPの実装

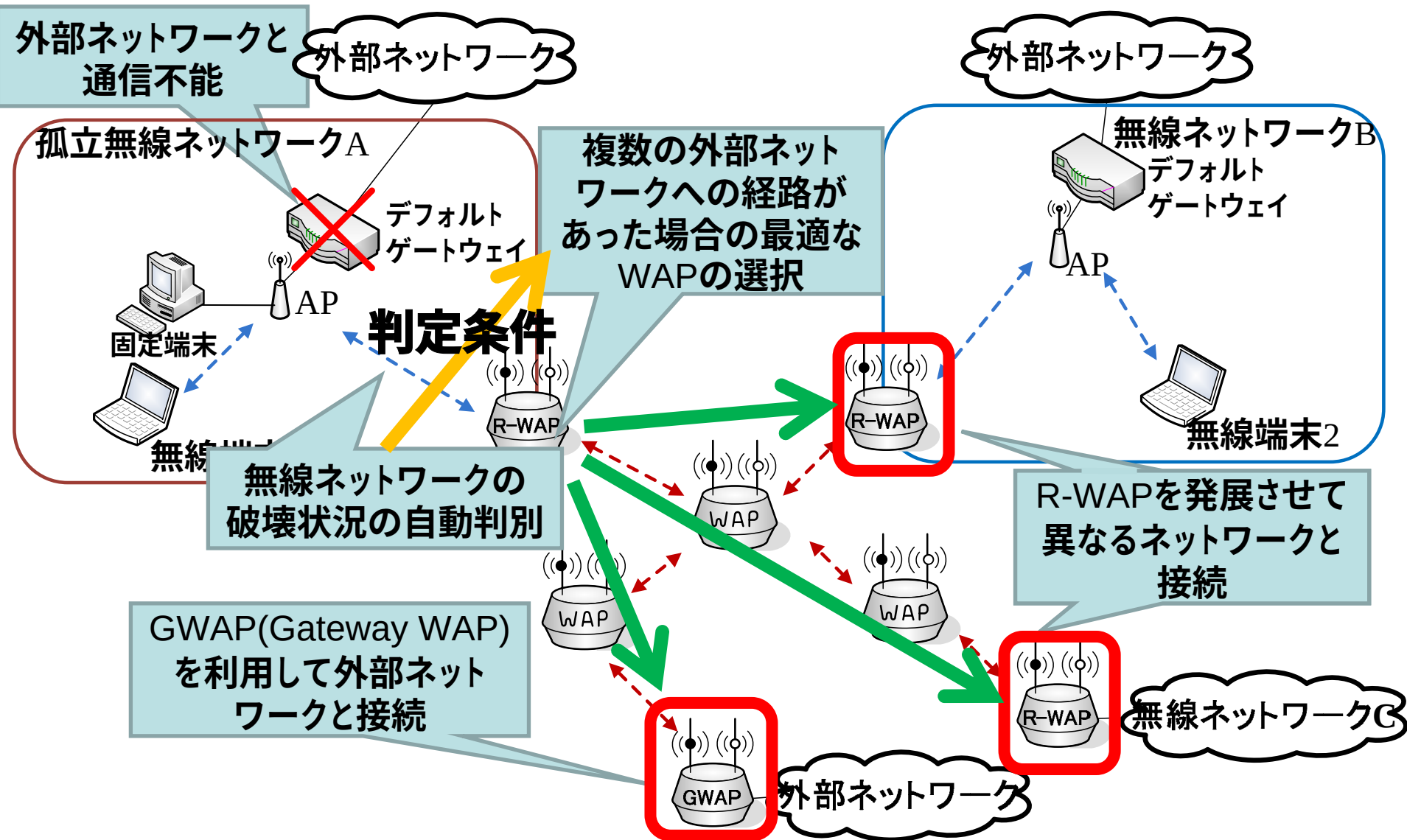
実装済の
WAPを改造

検討の結果、WAPに
無線クライアントカードを
追加し、少しのプ
ログラムを改造するこ
とで実現できる

シンプルに提案方式を実現可能



今後



- **本発表**

無線メッシュネットワークシステムを用いてネットワークを復旧するための方法

- WAPにAP**接続機能を追加**→R-WAP
- R-WAPにより**孤立APと接続**
- クライアントとしてAPの配下に入り, パケットを中継

- **今後の課題**

- **実装と検討**
- **接続する無線ネットワークの自動判別**

無線ネットワークの自動判別

DHCPを利用



デフォルトゲートウェイ
のアドレス
ネットワークアドレス
の取得が可能

デフォルトゲートウェイ
のIPアドレスを取得

デフォルトゲートウェイ
への経路と生存を確認

外部ネットワークへの
経路を確認

