

無線アクセスポイントリンク”WAPL”とインターネット の接続に関する検討

加藤 佳之[†] 大石 泰大[‡] 増田 真也[‡] 竹尾 大輔[‡] 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

近年、通信端末の小型化とともにいつでも、どこでも通信したいという要求が高まっている。そこでより高速な通信を低コストで実現するために無線 LAN を通信インフラとして用いるサービスが注目されている。

無線 LAN は通信範囲が限られるため、インフラとして整備するためには相当数のアクセスポイント(AP)の設置が必要となる。しかし既存の無線 LAN の AP は有線で結合されることが一般的であり、AP の設置に多大なコストや時間を必要とする。そこで我々は、無線結合可能な独自のワイヤレスアクセスポイントを設置する事により容易に無線通信エリアの拡大を可能とする“WAPL”(Wireless Access Point Link) [1]を検討し、問題の解決を目指している。

しかし、現状の WAPL はインターネットへの接続方法が未検討であるため WAPL 内部の通信に用途が限定されている。そこで本稿では WAPL とインターネットの接続を実現するための検討および動作確認を行った。

2. WAPL について

WAPL の構成例を図 1 に示す。WAPL における AP を WAP(Wireless Access Point)と呼称する。WAP は 2 つの無線インタフェースを使用する。一方は AP モードに設定し、インフラストラクチャモードの端末と通信を行う。他方はアドホックモードに設定し、WAP 間の通信を行う。

WAP 間の通信には MANET(Mobile Ad-hoc Network)のルーチングプロトコルを適用し、マルチホップ通信による無線結合を行う。これにより有線接続を介さない AP 間通信を可能としている。端末はネットワーク全体が一つの LAN のように見えるため、WAPL 内の他の端末と自由に通信をする事が可能となる。WAPL 内の端末の IP アドレスは DHCP サーバを配置して配布する。

WAP のアーキテクチャを図 2 に示す。WAP は端末から無線パケットを受け取ると、それを MANET のルーチングプロトコルによってカプセル化する。カプセル化されたパケットは相手端末の所属する WAP にマルチホップで転送される。受信側 WAP は上記パケットを受け取るとデカプセル化を行い、配下の端末に転送する。

カプセル化されたパケットを WAP に適切に転送するためにリンクテーブルを用いる。リンクテーブルとは、

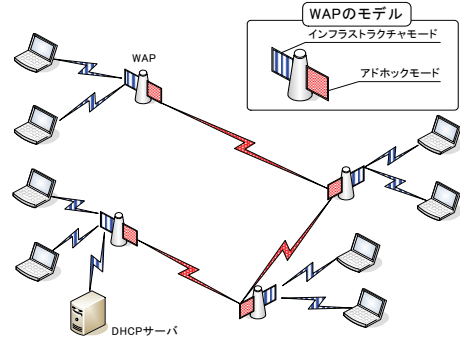


図 1. WAPL の構成例

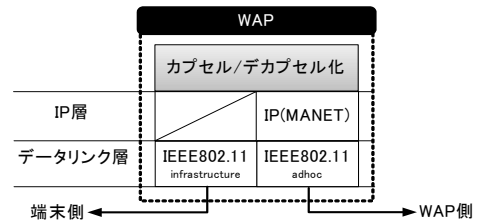


図 2. WAP のアーキテクチャ

端末の MAC アドレスとその端末の所属する WAP のアドホック側の IP アドレスの対応関係を記録したテーブルである。リンクテーブルは通信開始時に必ず実行される ARP を用いてオンデマンドで生成される。リンクテーブル生成シーケンスを図 3 に示す。WAP が ARP Request パケットを端末から受け取るとブロードキャストアドレスでカプセル化をして他の WAP にフラディングする。上記 ARP を各 WAP が受け取るとデカプセル化し、ARP Request パケットを配下端末に転送すると同時にリンクテーブルを作成する。次に WAP が配下端末からの ARP Reply を受け取ると、先ほど生成したリンクテーブルを参照してカプセル化した ARP Reply パケットをユニキャストで送信元 WAP に転送する。上記 ARP Reply を受け取った WAP は配下端末に ARP Reply を転送すると同時にリンクテーブルを生成する。

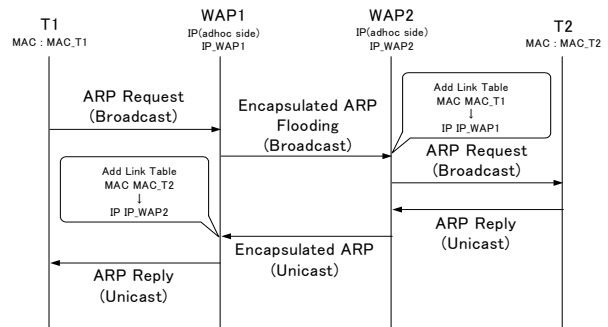


図 3. WAPL リンクテーブル生成シーケンス

Researches on connections between Wireless Access Point Link and the Internet

[†] Yoshiyuki Kato and Akira Watanabe

Faculty of Science and Technology, Meijo University

[‡] Yasuhiro Oishi, Shinya Masuda and Daisuke Takeo

Graduate School of Science and Technology, Meijo University

WAP は端末とパケット送受信処理を行う APF(Access Point Function)部, カプセル化/デカプセル化と WAP 間の転送を行う CAPF(Capsulation Function)部よりなる. APF は市販の AP, CAPF は PC で実現し, 両者を Ethernet で接続する. CAPF は FreeBSD 5.4 Release のカーネルを改造し, MANET のルーチングプロトコルには OLSR[2]を適用した.

3. WAPL のインターネット接続

WAPL をインターネット接続する場合には 2 つの考え方があり. ひとつはすべての WAP をインターネット接続のゲートウェイとする考え方である. これは WAP を車車間通信に利用する用途において, 個々の WAP がそれぞれインターネット接続したいときに有効である. もうひとつはインターネットに接続できる特殊な WAP を準備し, WAPL 内部の全端末がそこを経由してインターネットに接続する考え方である. これは WAPL を通信インフラとして用いる場合に有効である. 今回は後者に焦点を当てた WAPL のインターネット接続の検討を行った.

WAPL は Ethernet をエミュレートしており, WAPL をインターネット接続するにはこの特性を生かす. Ethernet ベースの LAN では, 同一ネットワーク内に設置されたデフォルトゲートウェイを経由してパケットを上流ネットワークに転送する. WAPL においても同様の考え方を採用し, WAP 内の Ethernet インタフェースにルータ機能を接続する. このような WAP を GWAP と呼称する. GWAP のアーキテクチャを図 4 に示す.

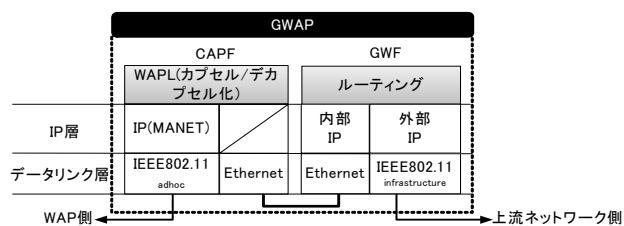


図 4. GWAP のアーキテクチャ

GWAP 内のルータ機能を GWF(Gateway Function)と呼ぶ. GWAP の内部側の IP アドレスを DHCP サーバがデフォルトゲートウェイとして WAPL 内部の端末に配布することによりインターネット接続が可能となる.

同一ネットワーク内で指定できるデフォルトゲートウェイは一般的に 1 つである. そのため GWAP が障害を起こすと WAPL 内の端末はすべてインターネットへ接続できなくなる. これに対処するために VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol)[3]の適用を検討した. VRRP はデフォルトゲートウェイ冗長化のために利用できる技術であり, RFC3768 で規定されている.

VRRP は初期状態でデフォルトゲートウェイとなるルータをマスタールータ(以下 MR)と呼称し, それ以外のルータをスレーブルータ(以下 SR)と呼称する. MR の IP アドレスを端末に割り当てるデフォルトゲートウェイの IP アドレスとする. MR は一定間隔で VRRP メッセージをマルチキャストで送信する. SR は VRRP メッセージから MR の存在を確認している. MR に障害が発生すると SR が VRRP メッセージの停止を確認し新たな MR(NMR)となる. このとき SR は MR の IP アドレスと自身の IP アドレスを同時に持ち, MR の機能を代行する.

WAPL に VRRP を適用した GWAP を検討した. GWAP として MR に相当するマスター GWAP(M-GWAP)と SR に相当するスレーブ GWAP(S-GWAP)を定義する. M-GWAP は一定間隔で VRRP メッセージをマルチキャストする. M-GWAP が障害を起こすと, S-GWAP は VRRP メッセージの停止を確認し新たにマスター GWAP(NM-GWAP)となる. このとき Ethernet ベースのネットワークとの違いは, GWAP 以外の WAP のリンクテーブルに変化がないためデフォルトゲートウェイが変わったことを感知できない事である. この状態で端末がインターネット向けのパケットを送信すると, WAP は M-GWAP に転送してしまう.

これを回避するために S-GWAP が NM-GWAP になったことをトリガにして Gratuitous ARP(NW-GWAP 自身の IP アドレスを宛先アドレスとした ARP)パケットを送信する機能を新たに実装する. これにより各 WAP の NM-GWAP に関するリンクテーブルが書き換えられて, パケットの転送が可能となる(図 5). 上記のように, WAPL においてもデフォルト経路を冗長化した外部接続が可能となる.

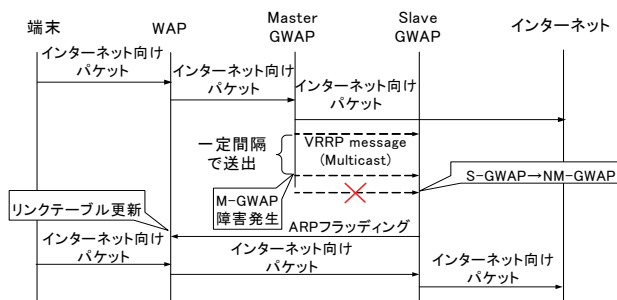


図 5. VRRP を適用した GWAP シーケンス

5. むすび

WAPL 内の端末がインターネット接続するために WAP にルータ機能を追加した GWAP を設置することを提案した. 加えて WAPL のデフォルト経路冗長化のために GWAP への VRRP の適用を提案した.

現在は前者の適用が完了し, 単一の GWAP を経由したインターネット接続を確認している. 今後は後者の適用および実装を行う予定である.

参考文献

[1]"アクセスポイントの無線化を実現する WAPL の方式" 市川祥平, 渡邊晃 DICOMO2005, Vol.2005, No.6, pp.225-228, Jul.2005
 [2] T.Clausen P.jacquet, "Optimized Link State Routing Protocol" (OLSR) RFC3626 Oct.2003
 [3] R. Hinden, Ed."Virtual Router Redundancy Protocol "(VRRP) RFC3768 April 2004

無線アクセスポイントリンク”WAPL”と インターネット接続に関する検討

名城大学 理工学部

加藤 佳之 大石 泰大 増田 真也 竹尾 大輔 渡邊 晃

研究背景

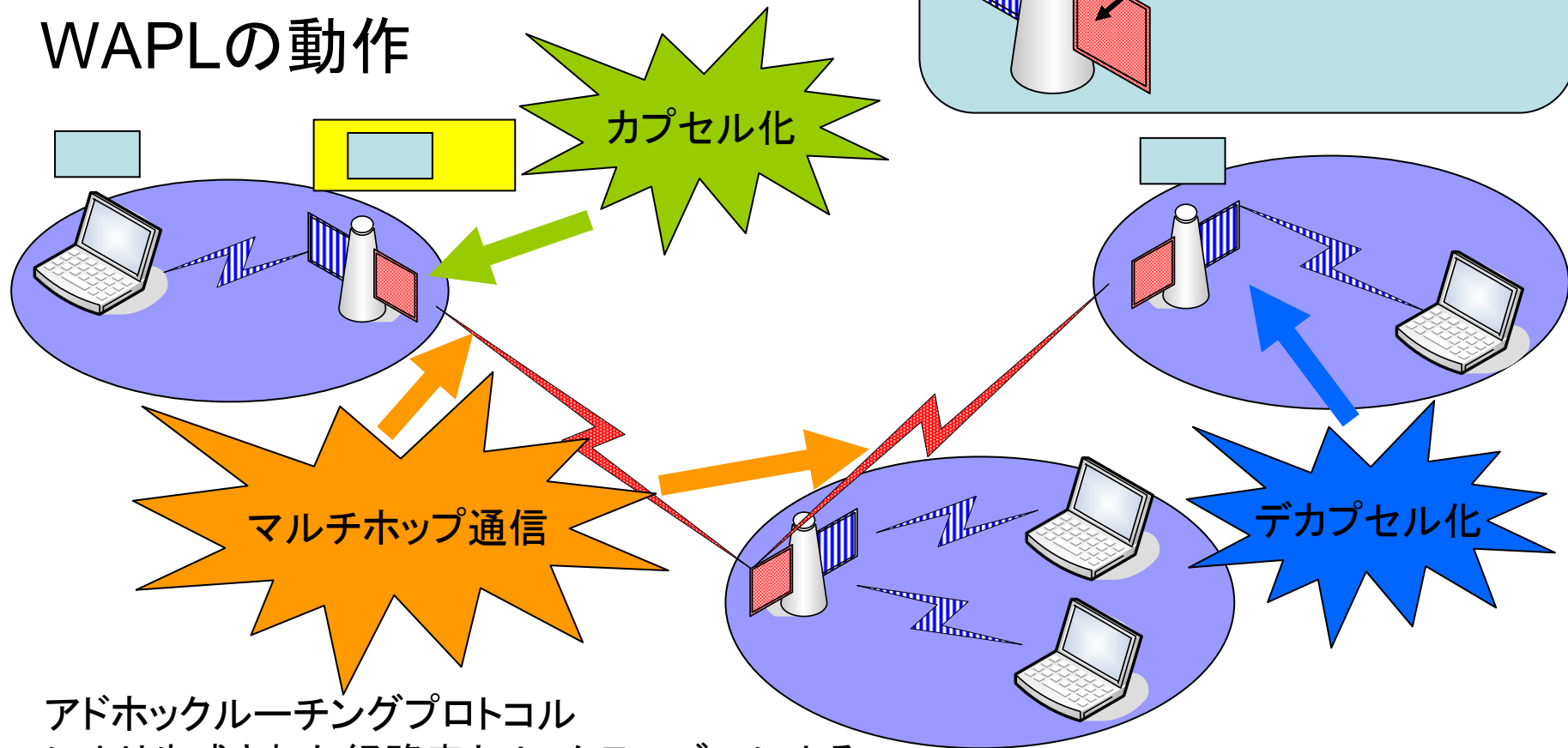
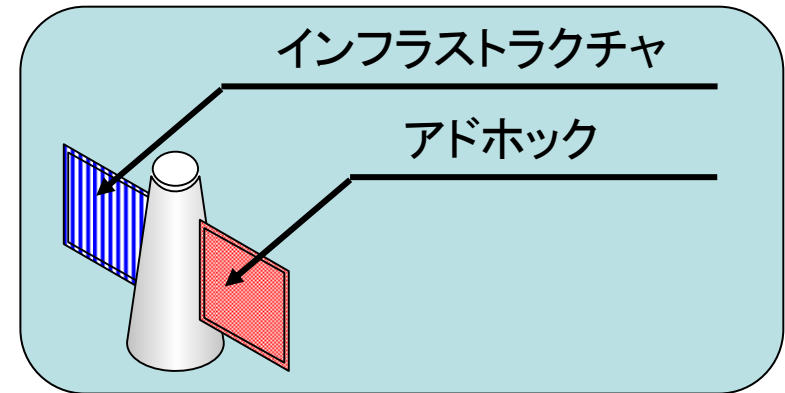
- WAPL(Wireless Access Point Link)
 - アクセスポイント(AP)間の通信を無線化する技術
 - AP設置コスト/設置時間の低減
- WAPLの現状
 - インターネット接続
 - 詳細が未検討
 - WAPLを実用化する上でインターネット接続は必須



WAPLのインターネット接続方法の提案

WAPLの概要

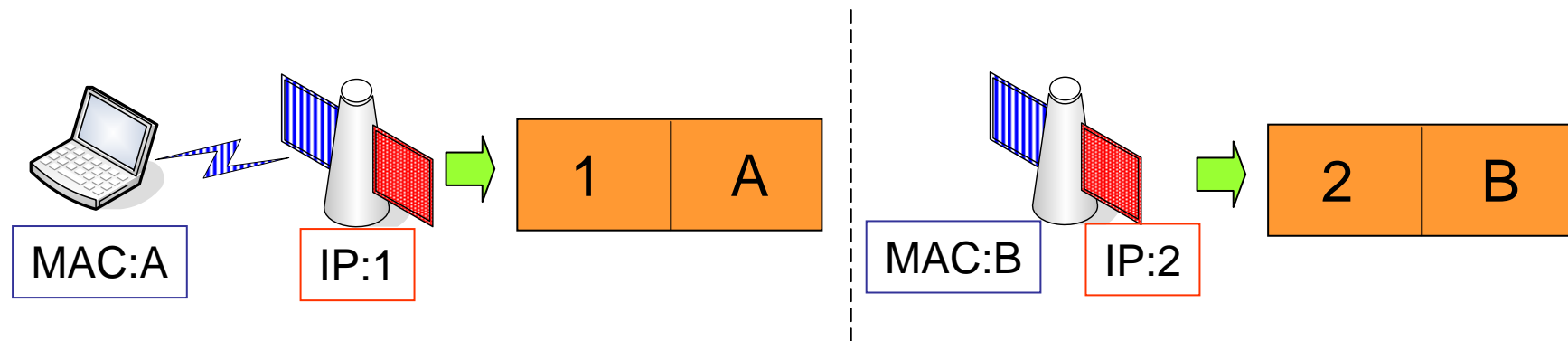
- WAP(Wireless Access Point)
 - WAPLにおけるAP
 - 2つの無線インターフェースをもつ
- WAPLの動作



アドホックルーティングプロトコル
により生成された経路表とリンクテーブルによる

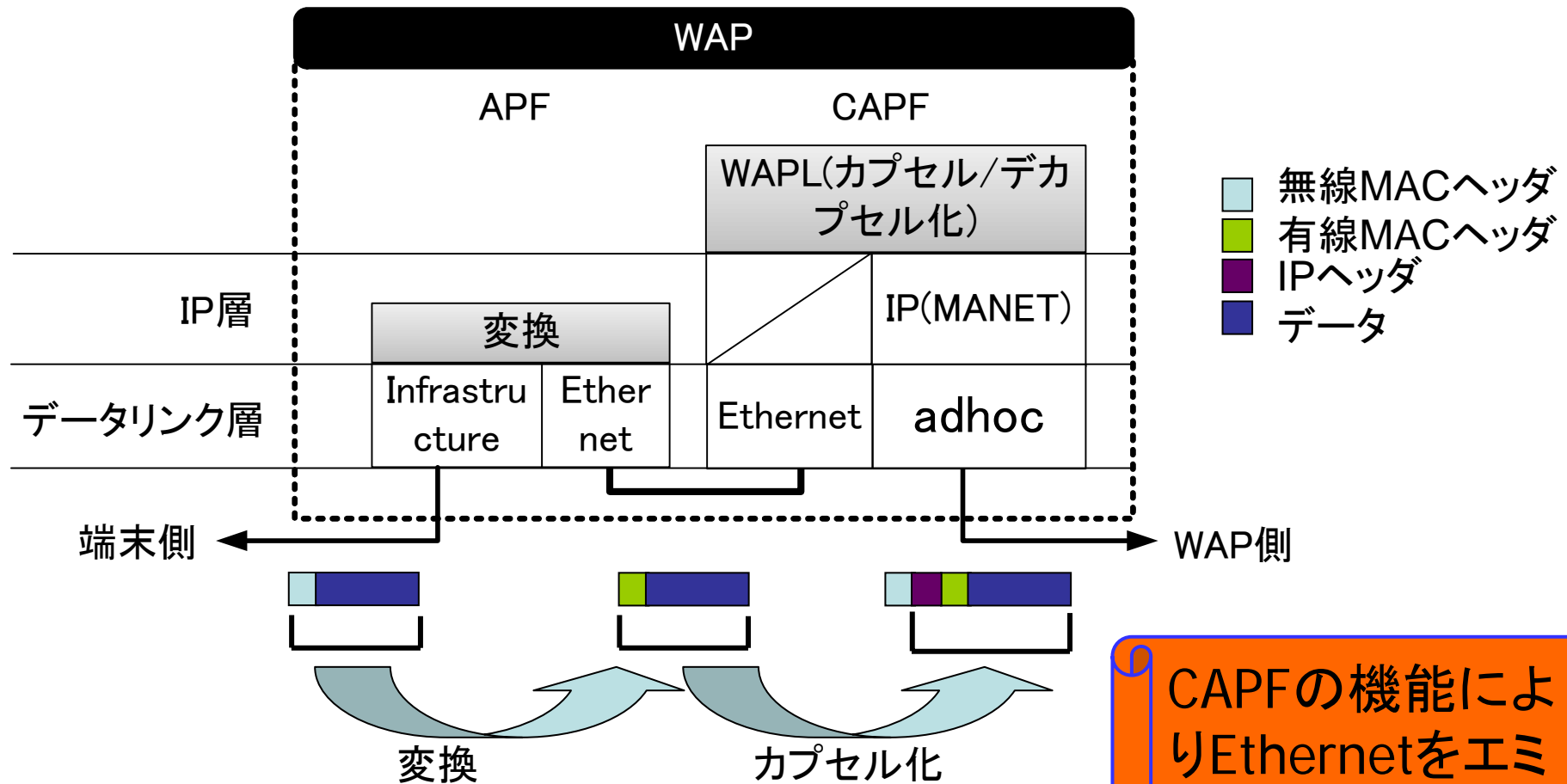
リンクテーブル

- 宛先WAPへ適切にカプセル化したパケットを転送するためのテーブル
- WAPのアドホック側のIPアドレスと配下端末のMACアドレスの対応関係を記録



- ARP(Address Resolution Protocol)およびブロードキャストによりオンデマンドで生成

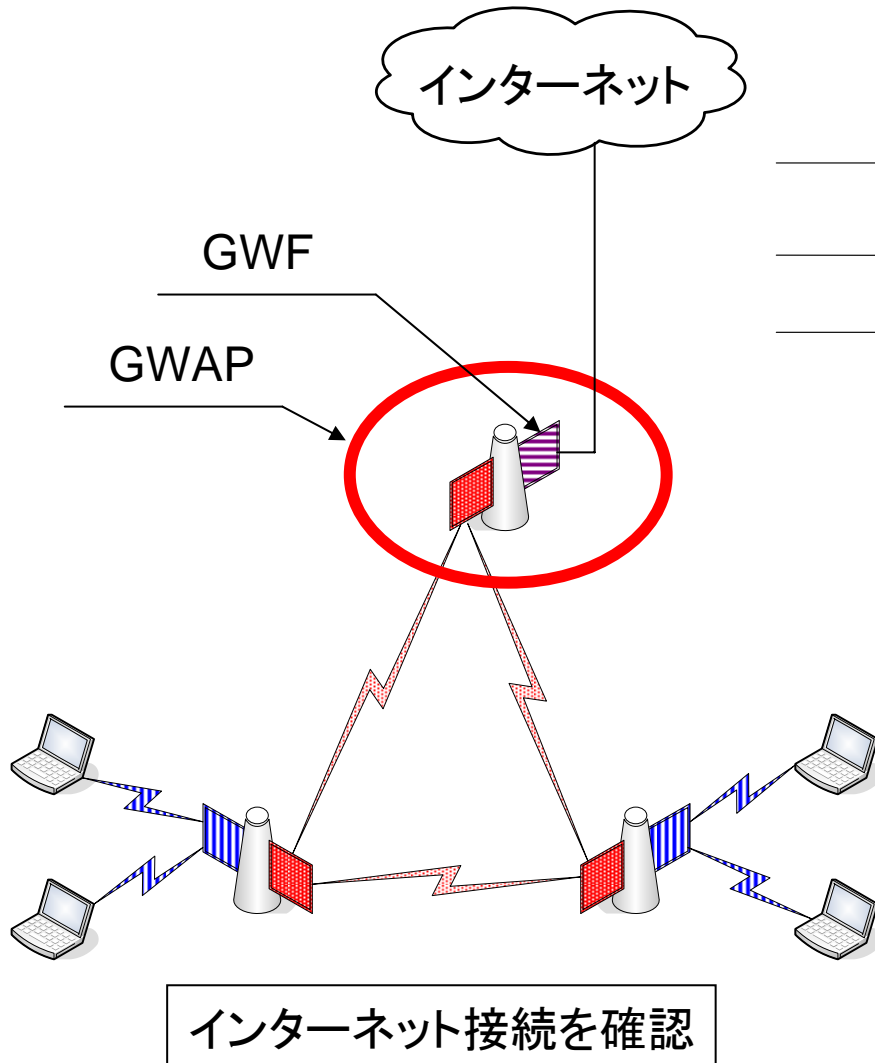
WAPLのアーキテクチャ



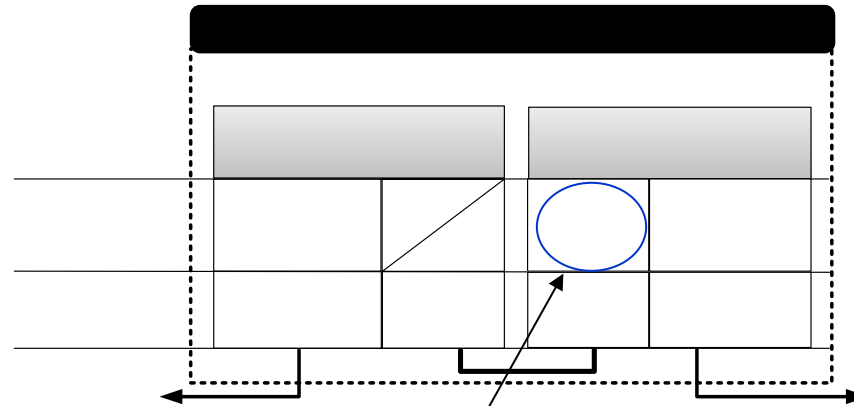
CAPFの機能によりEthernetをエミュレート

現在はCAPF:PC,APF:市販のAPにより実装

インターネットとの接続



GWAPアーキテクチャ



DHCP端末に配布するIPアドレス

- WAPL内にゲートウェイ機能を持った外部接続専用のWAPを設置, DHCPで各端末に配布
→GWAP(Gateway WAP)と呼称

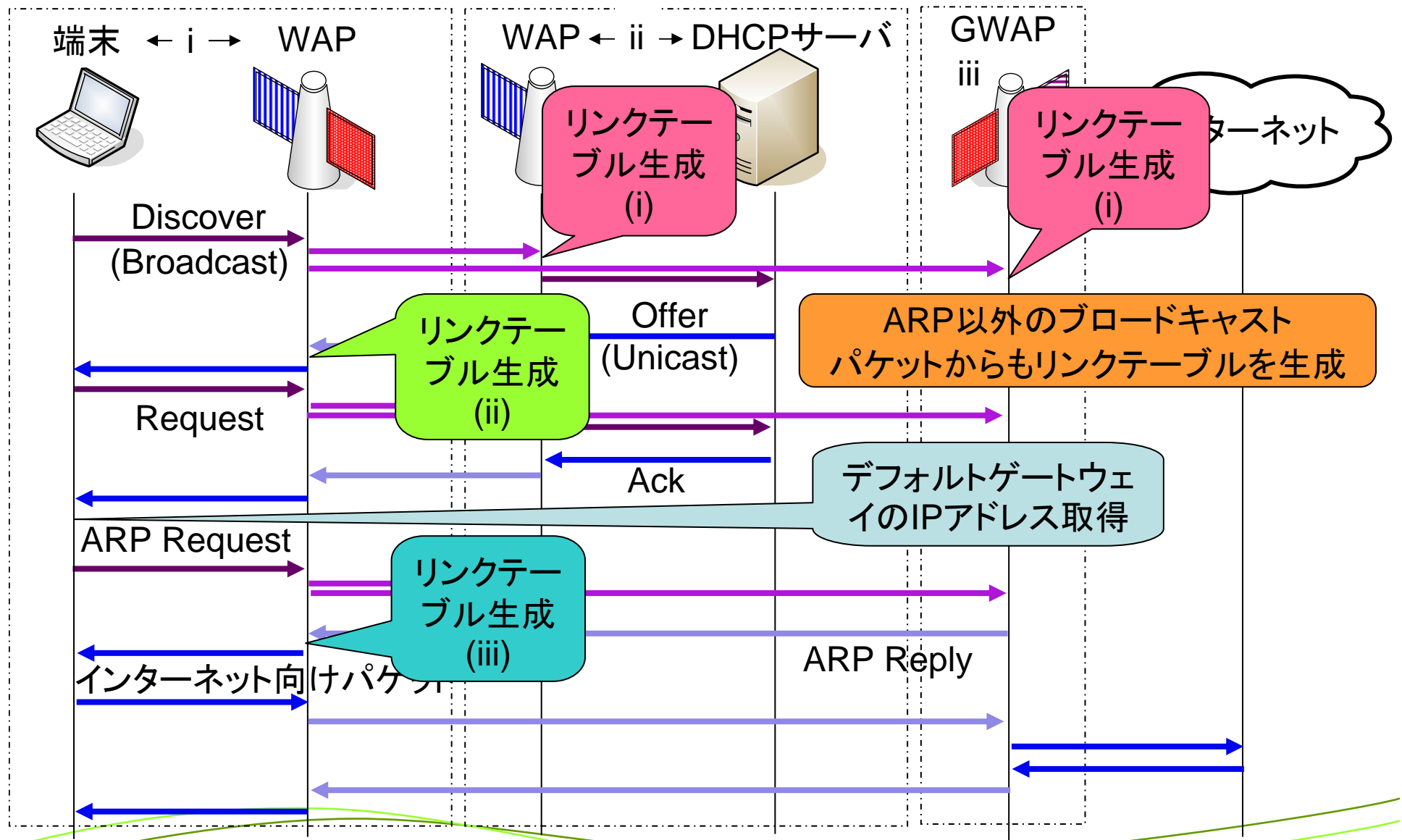
- GWAPには外部接続用インターフェースを持つ. ルータ機能により内部からのパケットを外部へ転送
→GWF(Gateway Function)

IP層

データリンク

WAP側

インターネット接続のシーケンス



GWAPの二重化

WAPLの通信インフラへの適用

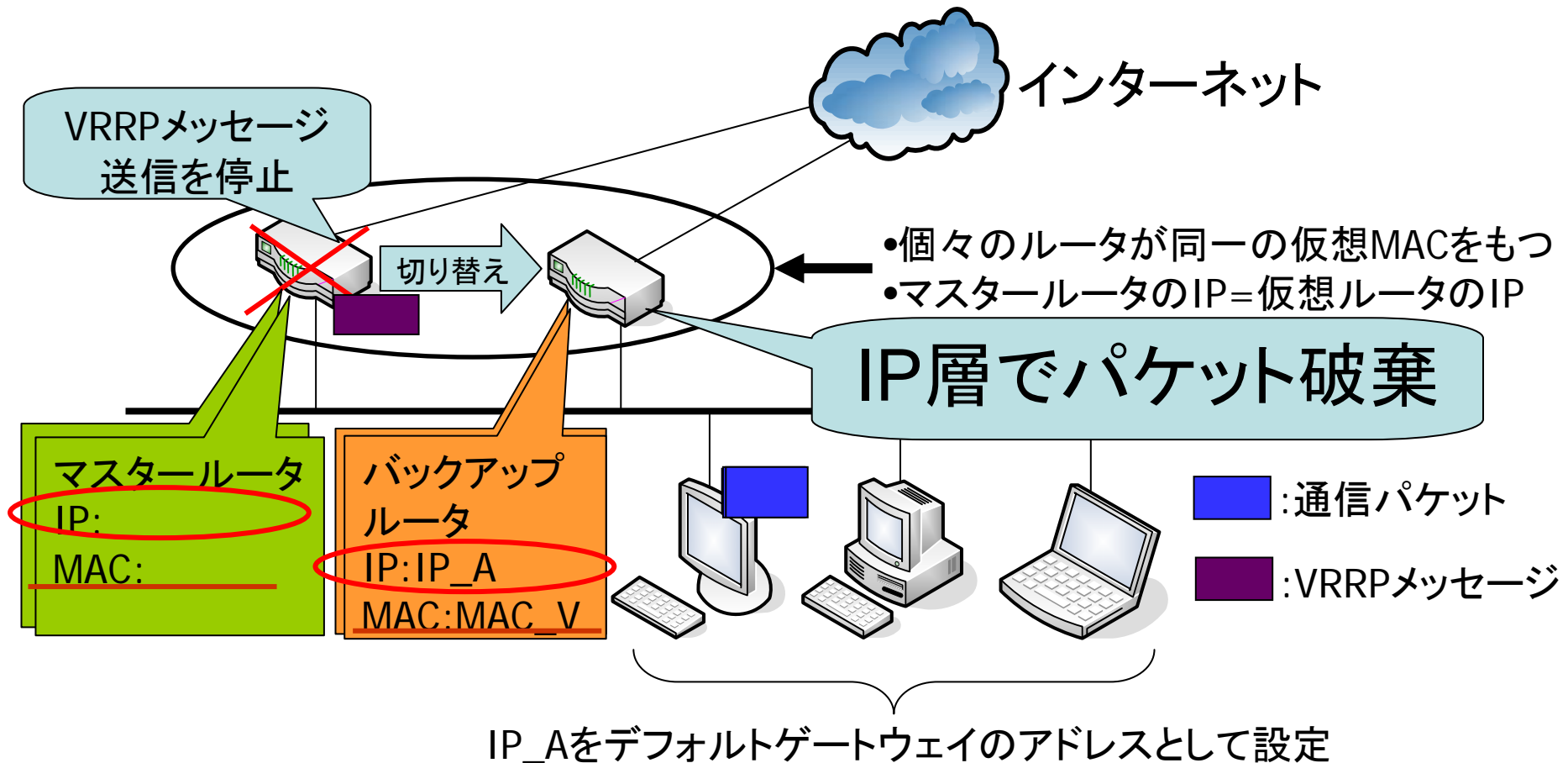


通信の信頼性の確保

デフォルトゲートウェイの二重化

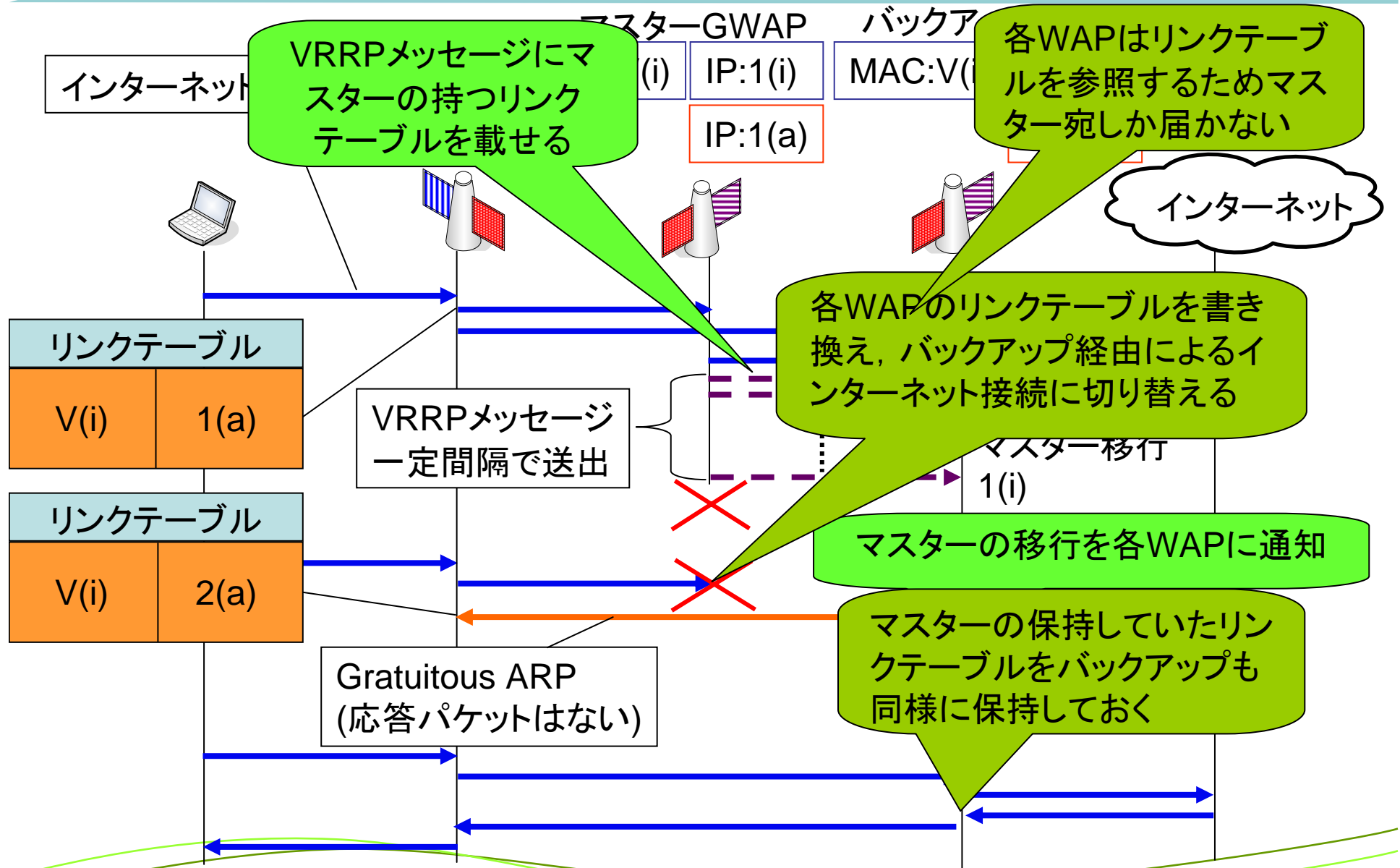
VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol)

- ルータ二重化のための既存技術



デフォルトゲートウェイの変化に応じて端末の設定を変更する必要がない

GWAPの二重化



むすび

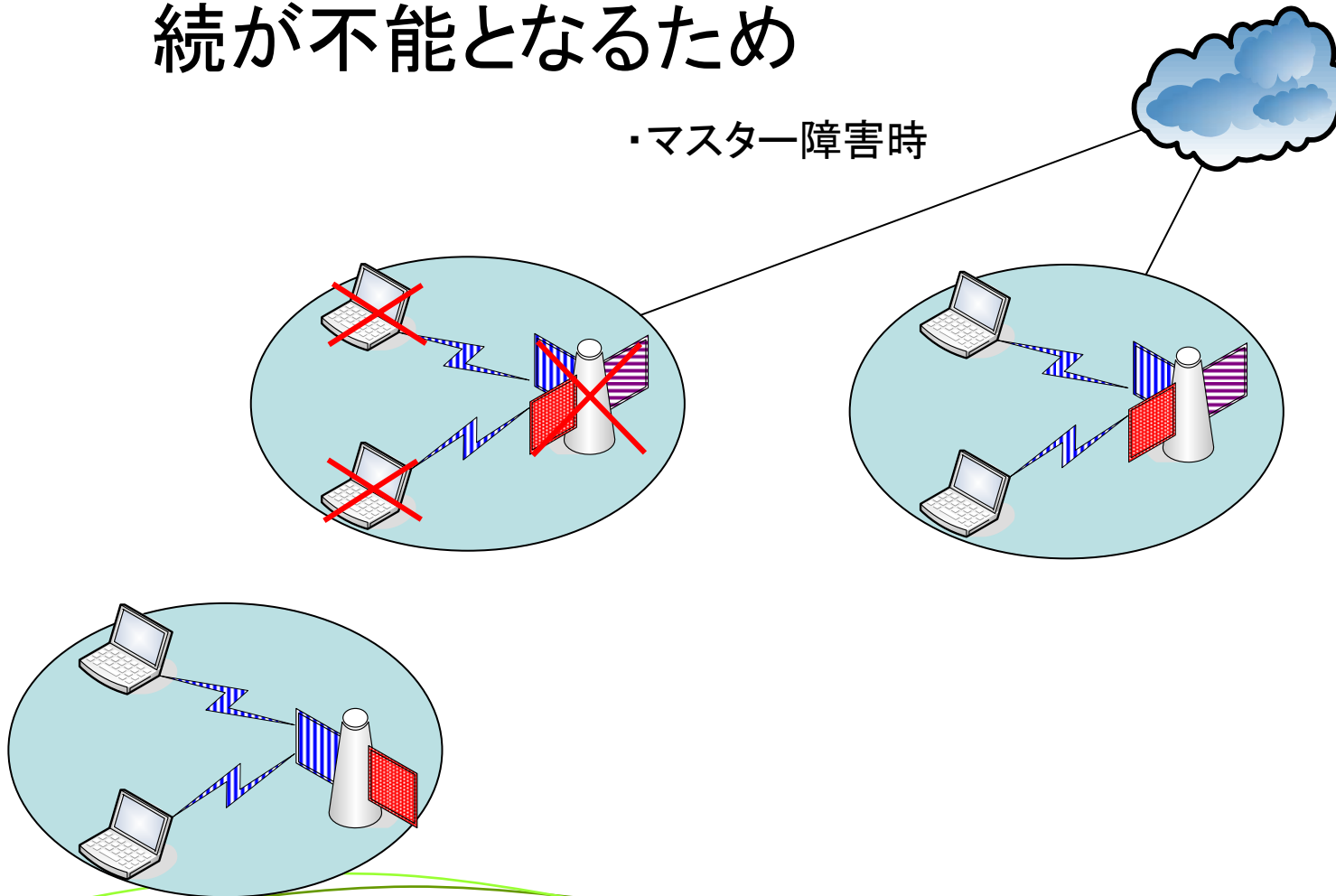
- WAPLをインターネット接続するための方法
 - WAPにルータ機能を付加
 - インターネット接続を確認
 - VRRPによるデフォルトゲートウェイの二重化
- 今後の予定
 - VRRPを適用したWAPLの評価



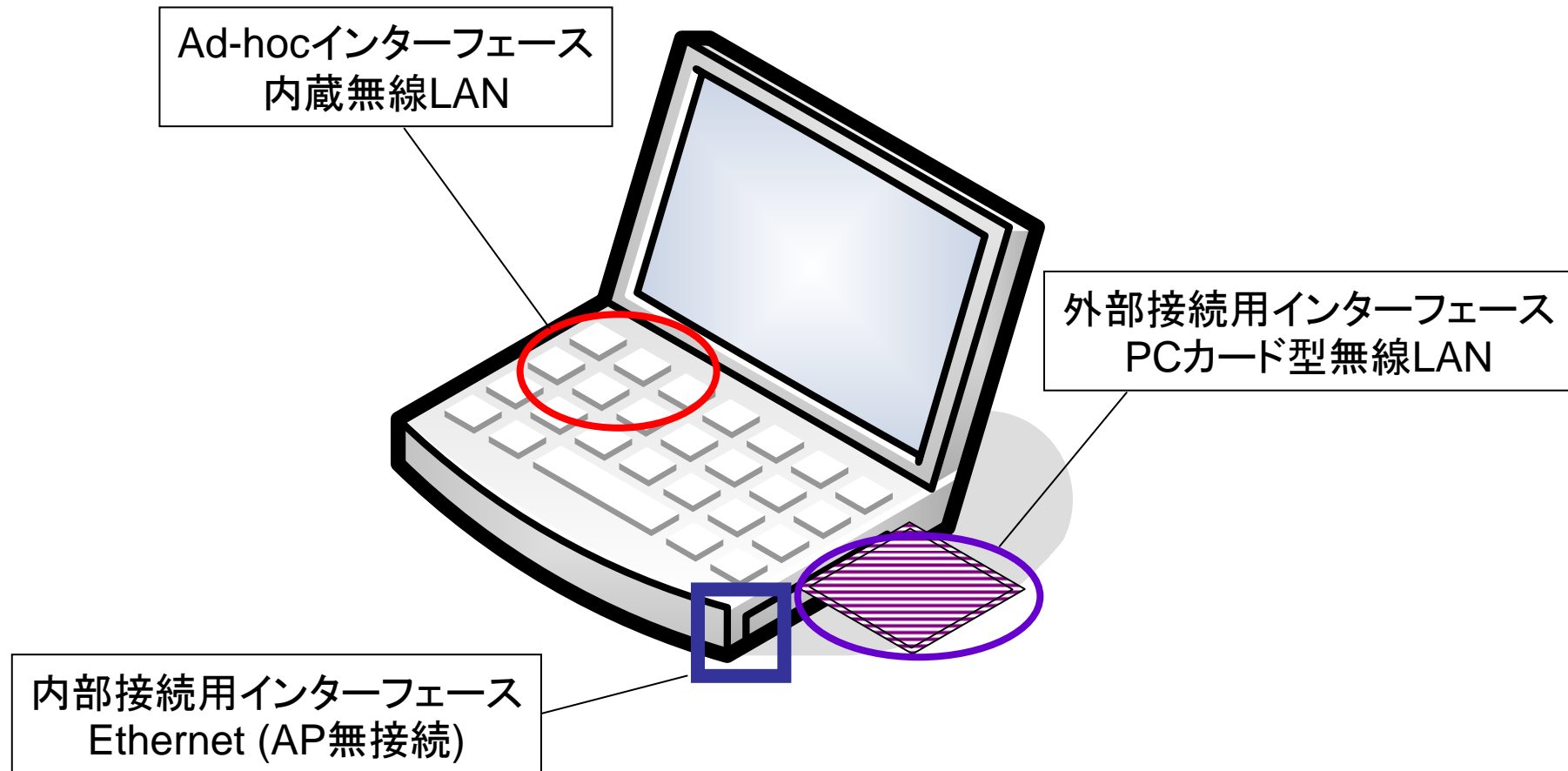
GWAPが端末接続機能を有しない理由

- GWAPが障害発生時に配下端末はWAP接続が不能となるため

・マスター障害時

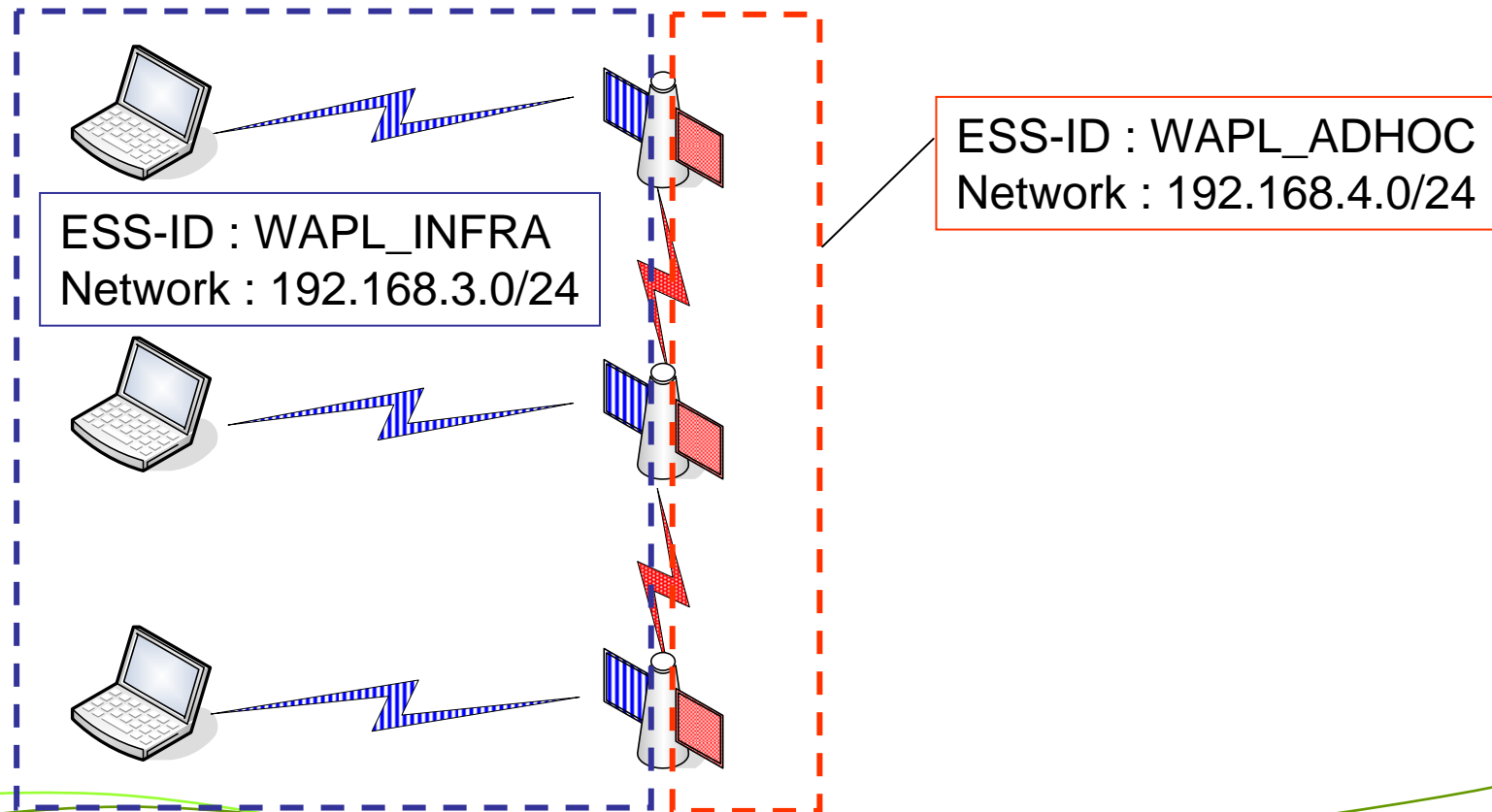


GWAP詳細



WAPLの評価システムの現状

- アドホック側とインフラストラクチャ側は異なるESS-ID,ネットワークセグメントで構成



アドホックルーティング

- アドホックネットワークにおいて経路制御を行う

リアクティブ形

- ・ノードが通信を開始したときに経路を生成
- ・通信開始に時間がかかる

→ AODV, DSR

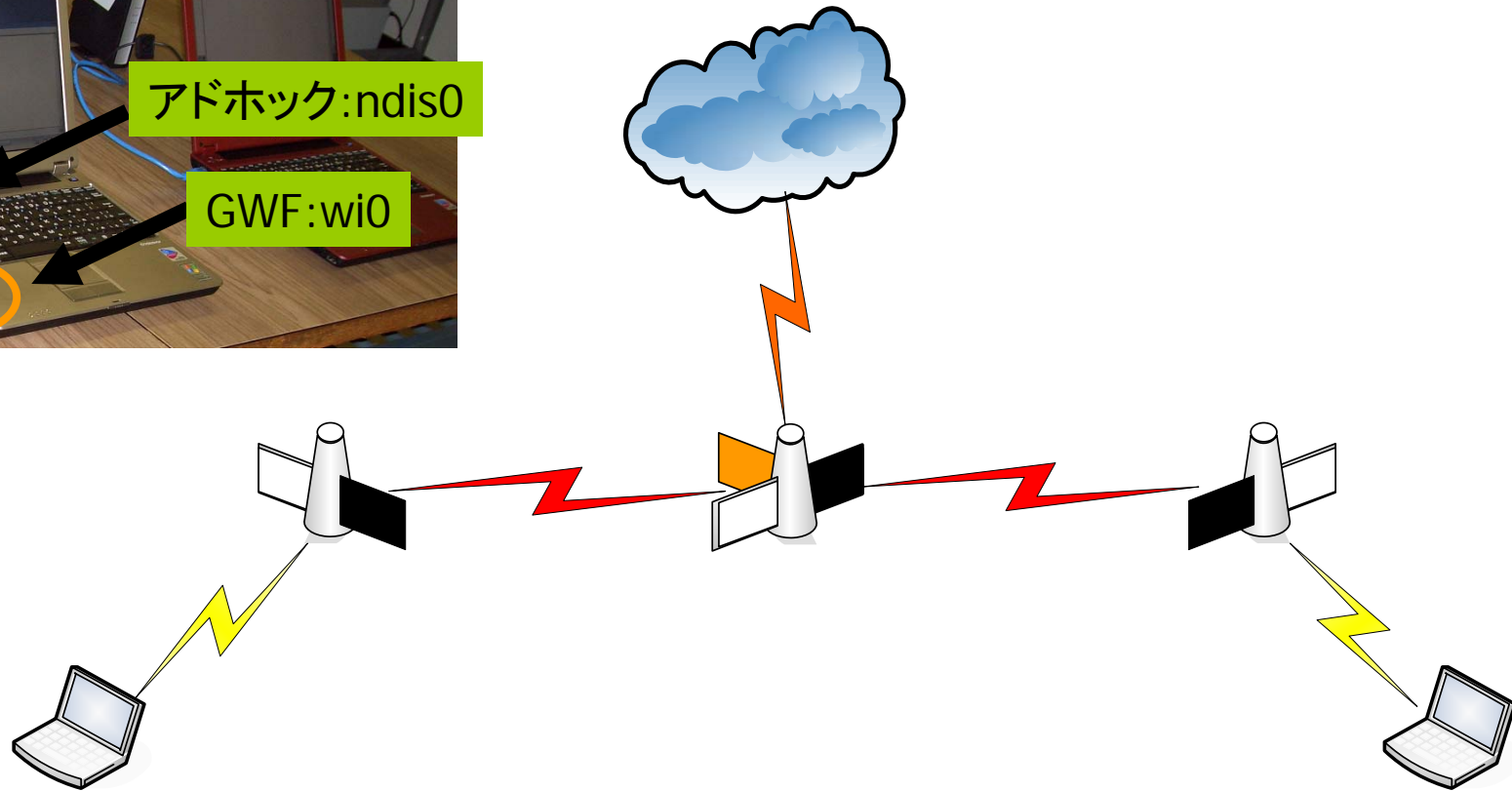
プロアクティブ形

- ・定期的に経路情報を更新
- ・電波発信が頻繁

→ OLSR, TBRPF

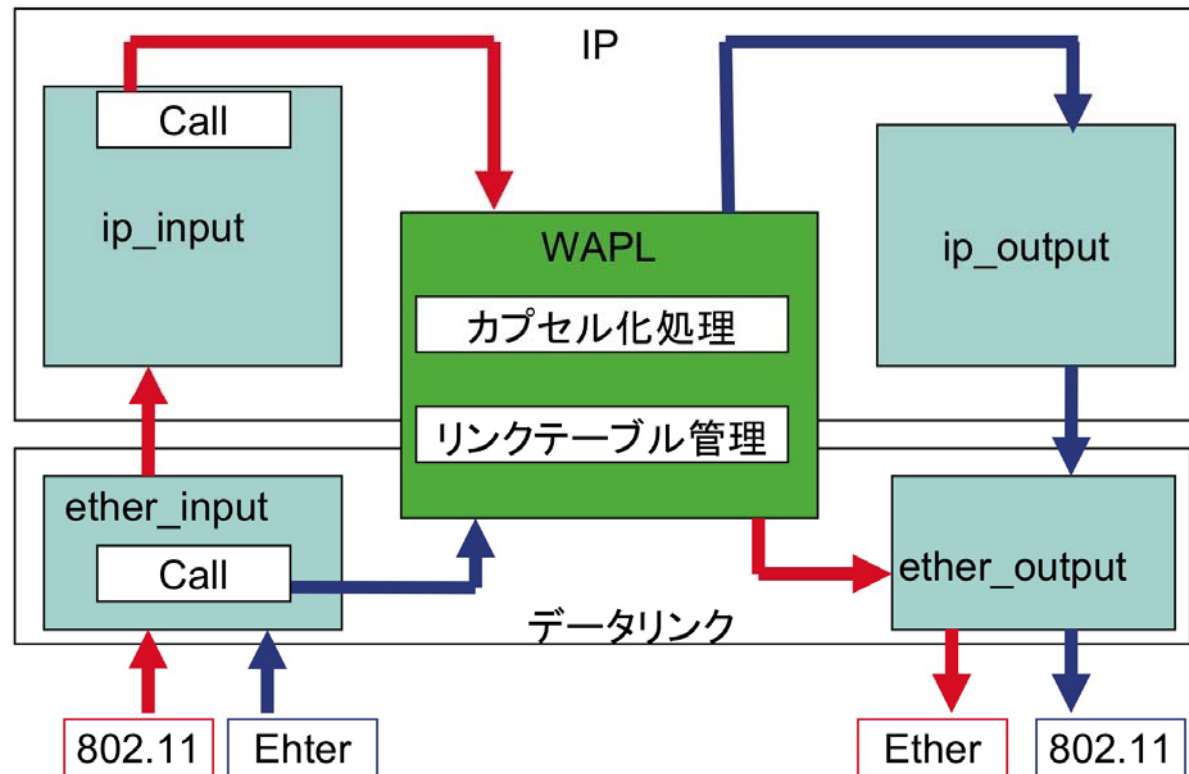
実装結果

APF:r10+AP



実装詳細

- CAPFの実装



WAPLの概要(リンクテーブル)

- リンクテーブル
 - WAP配下の端末が送信するARPおよびブロードキャストから各WAPが生成するWAPのIPと配下の端末のMACアドレスの関係を格納
 - 一定時間に参照が行われないとリンクテーブルを破棄

