

被災地内に通信インフラを再構築する研究

山崎浩司[†] 伊藤将志[†] 渡邊晃[†]

大災害後の安否確認手段として、さまざまなサービスや研究が行われている。しかし、なれない操作をする必要があったり、特定のサイトへアクセスしないとサービスを利用できないなどの課題がある。本研究では、通信環境が壊滅的な被害を受けた地域に対し、無線メッシュネットワーク WAPL(Wireless Access Point Link)を適用し、通信インフラを再構築する。さらに代理メールサーバ(QMS:Quasi-Mail Server)を設置し、被災者に対し被災地内外での通信手段を提供する方法を述べる。被災者は WAPL や QMS の存在を意識することなく被災者どうし、および外部の人との間でメールを交換できる。

Researches on reconstruction of a Communication Infrastructure in a Time of Disaster

KOJI YAMAZAKI[†] MASASHI ITO[†] AKIRA WATANABE[†]

There are several services and researches on the means of confirming the safety of others in a time of disaster. However, victims have to do unusual operations, and if they do not know the existence of the system, the system will never be used. In this study, to reconstruct a communication infrastructure, we adopt WAPL (Wireless Access Point Link), that is an original mesh network. Moreover, we apply QMS (Quasi-Mail Server) that works as a mail server. Disaster victims can exchange e-mail with victims and people outside the disaster area without need to be aware of the existence of WAPL and QMS.

1. はじめに

地震や津波などの大災害発生時においては、被災地内外の人々が適切な情報交換ができることが重要である。しかし電話通信では、ネットワークのトラヒックが増大し輻輳状態となる。また、中継ケーブルの断線や基地局の倒壊などにより、通信環境自体が機能しない場合もある。現在実用化されている災害用アプリケーションサービスは、被災者がその存在を知らないと使用できないうえ、サービスを利用するための事前設定や操作が必要であるという課題がある。また、肝心の通信環境自体が破壊されると、これらのサービスは利用できない。

そこで本研究では、被災によって通信手段が確保できない場合に備え、既存のサービスが復旧するまでの間に通信インフラを短時間で構築し、かつ通常時と同様な通信環境を被災者へ提供することを目的とする。通信環境の再構築には、我々が独自に開発を進めている無線メッシュネットワーク WAPL(Wireless Access Point Link)[1][2][3]を適用する。被災地にアクセスポイントを適切に設置することにより、一時的に無線 LAN の通信インフラを構築する。さらに本環境において、擬似メールサーバ(QMS:Quasi-Mail Server)を設置し、被災地内外でのメール交換を可能とする方法を提供する。本環境下での通信は、キャラクタベースのメール通信

だけに限定することにより、トラヒックの輻輳を防止する。また被災者が本提案システムの存在を知らなくても通常のメール操作で情報交換ができる。なお本提案は無線 LAN が普及し、多くの端末に無線 LAN インタフェースが内蔵されていることを前提とする。

以下、2 章では既存システムや関連研究とその課題について説明し、3 章では WAPL と QMS を用いた提案システムの基本モデルと、QMS を利用したメール通信について述べ、最後に 4 章でまとめを行う。

2. 既存システムと関連研究の課題

現在実用化されている災害時の安否確認の連絡手段としては、災害用伝言ダイヤル[4]や携帯電話を用いた災害用伝言板サービス[5][6]などがある。災害用伝言ダイヤルは、電話網を用いたボイスメールシステムであるが、電話網は輻輳が発生しやすいうえ、災害時に通信事業者により通信規制がかけられることがあり、サービスが利用できなかった事例が報告されている。携帯用伝言板サービスでは、携帯事業者間の連携による運用の統一性確保が課題として上げられる。また、両者とも被災者がそのシステムの存在を知らなければ使われることがなく、また通常時と異なる操作が必要である。さらに、特定のサイトへアクセスしてサービスを利用するので、通信インフラが破壊されると利用できない。

企業向けのシステムとしては、商用の安否確認サー

[†]名城大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology Meijo University

ビスが存在する[7]。これらのシステムでは、災害が発生すると事前に登録を行った社員に対して安否確認メールを一斉送信する。しかしこれらのサービスは、事前登録が必須であり、かつ有償のサービスのため、万人が利用できるものではない。

研究段階のものとして、無線メッシュネットワークを用い、被災地に通信インフラを再構築するシステムがあるが[8][9]、被災者間で利用できるアプリケーションまで考慮するものは少ない。また被災者の安否確認情報を一括収集することによりトラフィックを緩和する研究があるが[10]、ユーザ端末に手を加えなくてはならず、一般的に利用できるシステムではない。

3. システム構成

3.1 WAPLの概要

提案方式では、通信環境の再構築に WAPL を使用する。WAPL とは、独自の無線メッシュネットワーク構築システムである。図 1 に WAPL の構成例を示す。WAPL で使用するアクセスポイントを、WAP(Wireless Access Point)と呼ぶ。WAP はインタフェースを二つ持ち、配下の端末とはインフラストラクチャモードで通信を行い、WAP 同士はアドホックモードによりアドホックネットワークを構築する。WAP 間通信用のルーティングテーブルは、MANET のアドホックルーティングプロトコルをそのまま適用する。WAP を適切に配置すれば、WAP 間で通信環境を自律的に生成するので、無線 LAN エリアを容易に構築することが可能である。また、WAP はイーサネットをエミュレートしており、通信端末は WAPL の存在を意識することなく無線 LAN による通信が可能である。WAP は基本機能の確認を終えており、今後 WAP に様々な機能を搭載していくことが可能である。

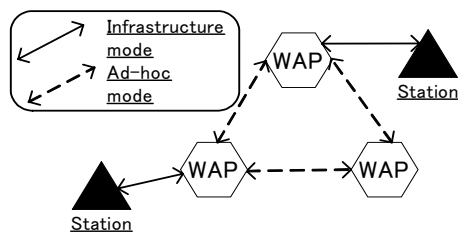


図 1 WAPL の構成例

3.2 提案システムの基本モデル

図 2 に、提案システムが想定する基本モデルを示す。被災地内 (以下、内部) には WAPL を用いて、無線メッシュネットワークを構築する。内部と被災地外部 (以下、外部) は Gateway により分離されている。Gateway は何らかの手段でインターネットと接続しているものとする。Gateway の位置には DHCP サーバ、DNS サーバも同時に設置する。内部の機器は、任意の WAP と接続している。図 2 において、端末 A1 は WAP1 と、端末 A2 と QMS は WAP2 と接続している。QMS とは、メール通信を提供する代理のサーバである。端末 B と、端末 B が通常利用しているメールサーバ B は、外部に存在し、正常に動作しているものとする。QMS に内部の端末のメールアドレスを蓄えることにより、内部どうし、および外部とのメール通信機能を提供する。また蓄えたメールアドレスを用い、プッシュ型の情報配信機能も提供する。基本モデルの環境を踏まえ、QMS を用いたメールの送受信方式について説明する。

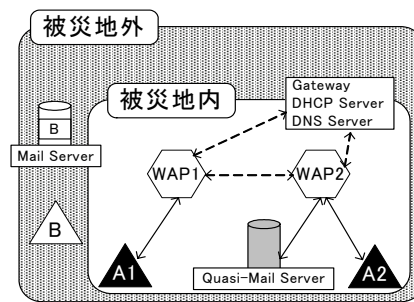


図 2 提案システムの基本モデル

3.3 端末の立ち上げと疑似メールボックスの生成

図 3 に内部端末の立ち上げ手順と、疑似メールボックス生成までのシーケンスを示す。WAP は適切な配置を終え、ネットワーク環境が既に構築されているものとする。端末の電源を入れ、WAP からの無線電波を受信すると、端末は DHCP サーバに対して IP アドレスを要求する。この要求は最寄の WAP を介し、DHCP サーバまで届けられる。端末は DHCP の仕組みにより、IP アドレスと共に DNS サーバ、Gateway のアドレスを取得する。端末によっては DNS サーバのアドレスがあらかじめ設定してあり、変更できない場合がある。このようなケースでは、端末からの DNS サーバへの問い合わせが発生したとき、問い合わせパケットを Gateway でフッキングし、宛先を内部に設置した DNS サーバのアドレスに書き換える。即ち、内部の端末がメールを送信する場合は、必ず内部の DNS サーバに

メールサーバのアドレスを問い合わせることになる。端末からメールサーバのアドレスの問い合わせ要求を受け取った DNS サーバは、QMS のアドレスを応答として返す。この仕組みによって、内部のどの端末も QMS を通してメールの送受信を行うことになる。

次にメールボックスの生成手順を示す。ユーザは通常の手順でメールを送信する。端末からのメールを受け取った QMS は、これをトリガとして、端末の送信元アドレスを名前とした擬似メールボックス (QMB:Quasi-Mail Box)を作成する。QMB を用いることによって、内部の端末が通常利用しているメールサーバが破壊された場合にも、メール通信を実現できる。なお、QMB のパスワードは、端末の MAC アドレスを用いる。MAC アドレスの情報は、WAPL 経由で入手することが可能であり、ユーザが意識する必要はない。

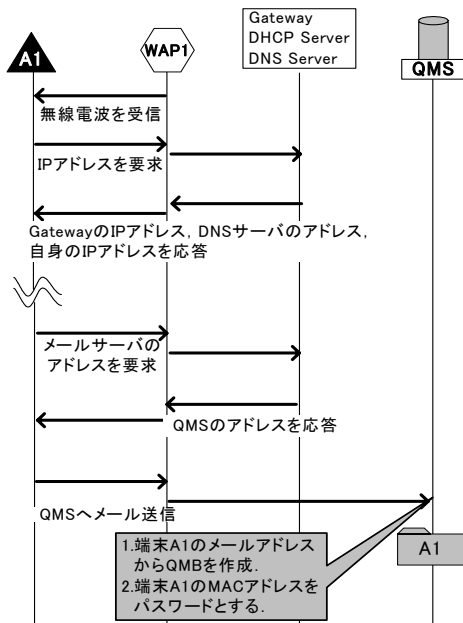


図3 端末とQMSの接続シーケンス

3.4 メール通信の分類

基本モデルの環境におけるメール通信者の分類を、表1に示す。以後、内部→内部へのメール通信を“内部メール”，内部→外部へのメール通信を“外部宛メール”，外部→内部へのメール通信を“内部宛メール”と呼ぶ。また、外部宛メールと内部宛メールを合わせて“内外メール”と呼ぶ。

表1 メール通信者の分類

		送信元	宛先
内部メール		A1	A2
		A2	A1
内外メール	外部宛メール	A1	B
		A2	B
	内部宛メール	B	A1
		B	A2

3.5 QMSを利用したメールの送信

図4に、QMSが内部からメールを受け取ったときの動作を示す。内部からのメールを受け取ったQMSは、宛先に対応するQMBが存在するかどうかを確認する。QMBが存在するとき、QMSは内部メールとみなし、宛先QMBに対してメールを転送する。宛先に対応するQMBが存在しない場合、QMSは外部宛メールとみなし、メールを該当するメールサーバに送信する。外部に送信したメールが宛先に対して到達しない場合は、宛先メールアドレスに対応する端末が内部に存在し、まだQMBを作成していないものとみなしメールを一時的に保存しておく。このメールは宛先に対応する端末がQMBを作成した時点でメールを転送する。

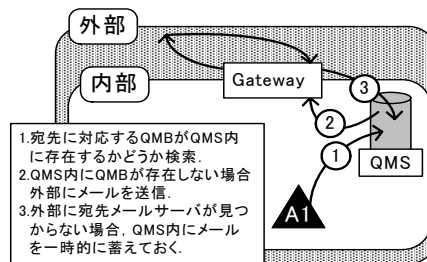


図4 内部からメールを送信したときのQMSの動作

3.6 QMSを利用したメールの受信

図5にQMSを利用したメールの受信方法を、端末A1を用いて示す。端末A1が、QMSからメールを受信する場合は、通常のPOPシーケンスでメールを受信する。受信要求を受け取ったQMSは、MACアドレスによる認証を行う。その後端末A1は、事前に作成しておいたQMB内に届いたメールを受信する。同時に、QMSが外部に存在する端末A1の本来のメールサーバから代理で内容を取得する。この動作によって、端末A1は内部メール、内部宛メール、両方のメールを受信することができる。ユーザはQMSを使用してメールの受信を行っていることを意識する必要はない。

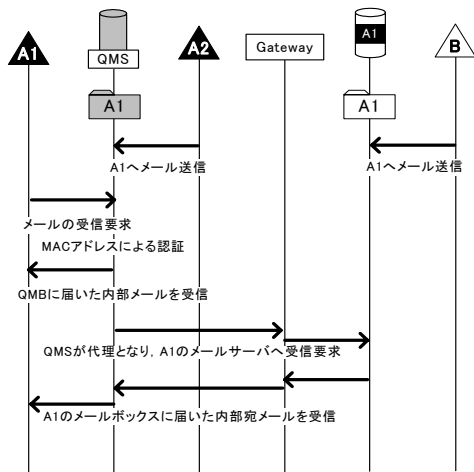


図 5 内部メール、内部宛メールの受信方法

3.7 条件付き内外メール

ここで、端末 A1 と端末 B 間の内外メールについて考察する。端末 A1 が使用するメールサーバ A1 と、端末 B が使用するメールサーバ B が相互に通信できる場合、内外メールは実現できるが、メールサーバ A1 とメールサーバ B が被災によって接続不可能な場合、端末 A1 からの外部宛メールは届くが、端末 B からの内部宛メールは届かない (図 6)。このような状況は、A1 のメールサーバが被災地内にあり、使えない状況にあるような場合に相当する。この場合は、端末 A1 が先に端末 B 宛にメールを送付しておく必要がある。このような条件が付くときの内外メールのことを、「条件付き内外メール」と呼ぶ。図 7 に条件付き内外メールの実現方法を示す。端末 A1 は端末 B に対してメールを送信すると QMS 内に QMB が生成される。端末 B には端末 A1 のアドレスが上記 QMB のメールアドレスとして到着する。この動作を実現するため、端末のメールアドレスと QMS のドメイン名より、疑似メールアドレス(QMA:Quasi-Mail Address)を生成する。端末 B は QMA 宛にメールを送信すると、QMS のメールボックスにメールが到着する。

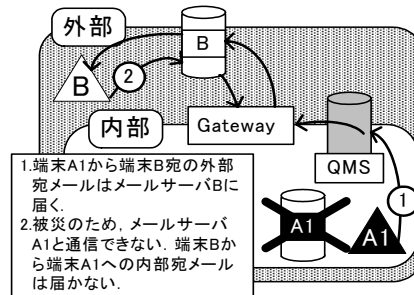


図 6 内部宛メールが届かない場合

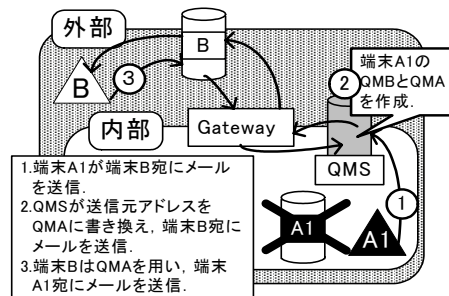


図 7 条件付き内外メールの実現方法

4. むすび

災害発生時に WAPL により通信インフラを自律的に構築し、擬似メールサーバ QMS を用いて、外部間でメール通信を可能とするシステムを提案した。本システムを適用することにより、通常利用しているメールサーバが破壊された場合も含めて、被災者は通常時と同様の手順で、メールの送受信が可能となる。

今後は、提案方式の実装と、動作検証を行う。また、災害用 HP の設置などその他の災害用アプリケーションについても検討を進める。

参考文献

- 1) 伊藤将志, 鹿間敏弘, 渡邊晃: "メッシュネットワークに利用するアドホックルーティングプロトコルのシミュレーション評価", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2006)シンポジウム論文集, Vol.2006, No.6, pp.453-456, Jul.2006.
- 2) 加藤佳之, 大石泰大, 小島崇広, 伊藤将司, 渡邊晃: "無線アクセスポイントリンク WAPL の方式とインターネット接続", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2006)シンポジウム論文集, Vol.2006, No.6, pp.681-684, Jul.2006.
- 3) 小島崇広, 伊藤将志, 加藤佳之, 渡邊晃: "無線

アクセスポイントリンク ; WAPL の方式検討”, 情報学ワークショップ 2006 (WiNF2006) 論文集, Vol.4, pp.177-180, Sep.2006

4) <http://www.ntt-west.co.jp/dengon/>

5) <http://www.nttdocomo.co.jp/info/disaster/>

6) <http://www.au.kddi.com/notice/dengon/index.html>

7) <http://www.secomtrust.net/service/ekakusin/anpi.html>

8) 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, 2006

9) 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 : 山古志ねっとの構築, 電子情報通信学会 総合大会, BS-5-1, pp.S27-S28, Mar.2007.

10) 織田将人, 上原秀幸, 横山光雄, 伊藤大雄, “端末のバケット中継機能を用いた安否確認ネットワークの検討”, 電気情報通信学会論文誌, Vol.J85-B, No.12, pp.2037-2044, Dec.2002.

被災地内に通信インフラを再構築する研究

Multimedia, Distributed, Cooperative and Mobile (DICOMO) Symposium
Jul. 4th-6th, 2007
Program No. 4D-2

山崎浩司, 伊藤将志, 渡邊晃
名城大学大学院理工学研究科

はじめに

大災害発生時(地震や津波)

- 被災地内部, 外部の人による安否確認通信
 - ネットワークトラヒックの輻輳
- 被災による基地局の倒壊や, 通信ケーブルの切断
 - 通信環境自体が機能しない
- 被災後の通信手段の確保は重要な課題
 - 無線LAN環境を即座に構築し、その上で普段利用するメール機能をそのまま利用できる方法を検討

既存の災害時サービスの紹介と課題

- NTT災害用伝言ダイヤル
 - － 被災者が、全国に設置されたデータベースにボイスメールを登録し、登録内容を第三者が確認
- 携帯電話を用いた災害用伝言板サービス
 - － 各通信事業者が用意したデータベースへ定型メッセージと、コメントを登録、登録内容を第三者が確認
- 共通の課題
 - － 認知度が低い
 - － 通常時と異なる操作が必要、正しく利用できない
 - － 特定のサイトへアクセスしてサービスを利用するので、通信インフラが破壊されると、利用できない

災害時システムの認知度

	災害用伝言ダイヤル	災害用伝言板	NTT東日本・西日本 「Web171災害用 ブロードバンド伝言板」	IAA(I am alive)
利用メディア	固定電話	携帯電話	インターネット	
認知度(%)	31.0	31.9	11.3	1.8

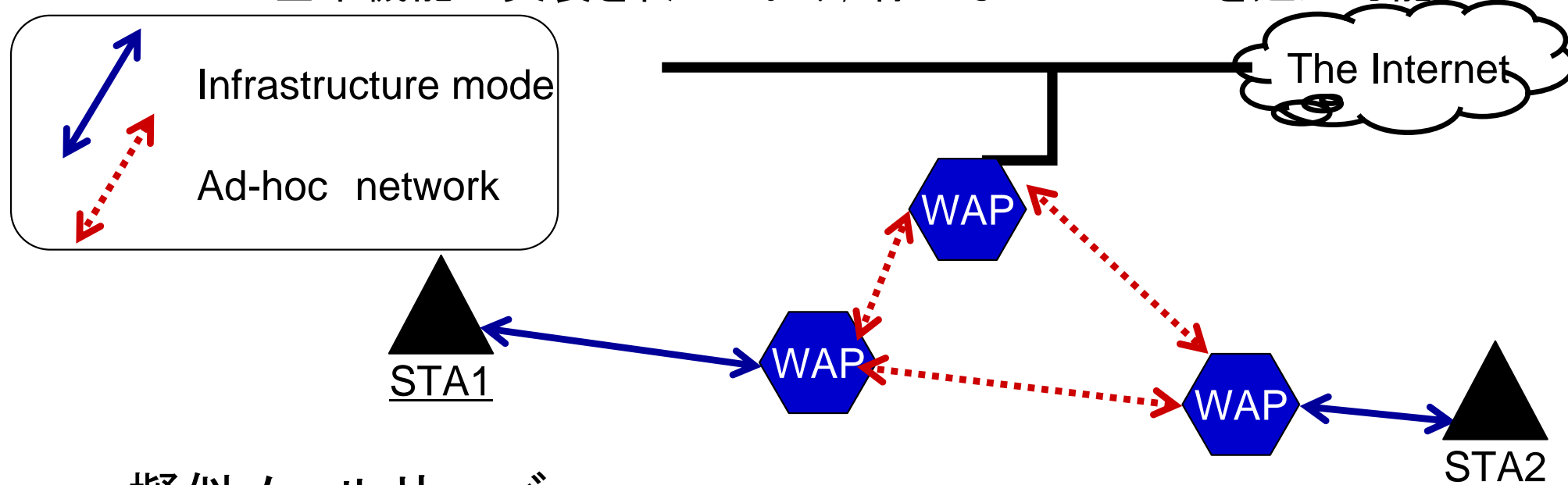
参考：災害時における安否確認等情報通信の利用実態について(2006年6月)

災害システムの目標

- ネットワークが使えない状況に対応
 - 無線LANを適用し、被災地内にIP網を構築
- 災害時システムは、認知度が低く、操作が難しい
 - 被災者が特殊な設定や、操作が不要なアプリケーションサービスを提供
 - 普段と同様の手順で被災地内外へメール送受信が可能
- 輻輳が起こりにくいネットワーク
 - 被災地内ではキャラクタベースの通信のみに限定

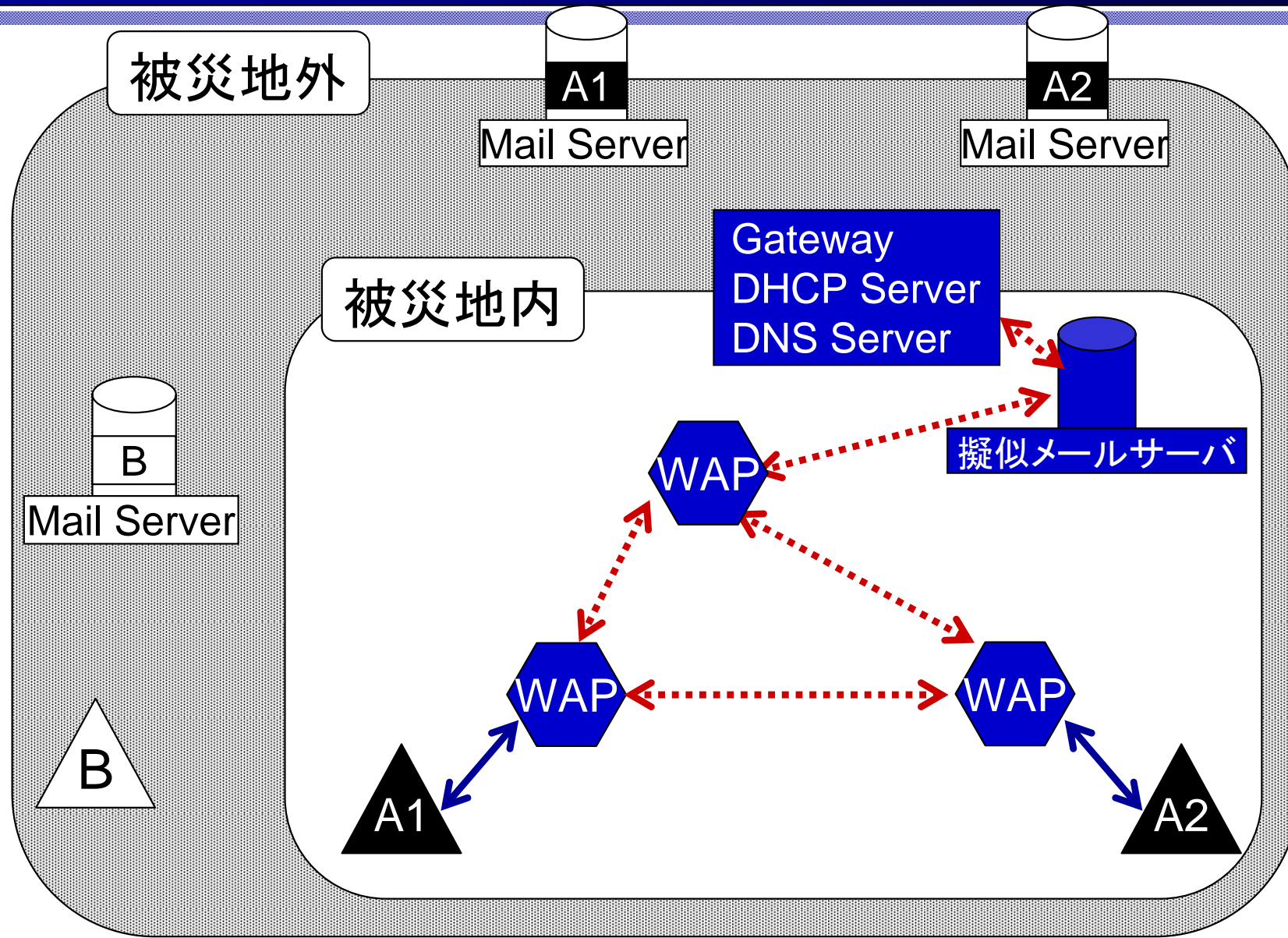
提案システムの概要

- WAPL(Wireless Access Point Link)
 - 独自に開発している無線メッシュネットワークシステム
 - WAP(Wireless Access Point)
 - 基本機能の実装を終えており, 様々なモジュールを追加可能



- 擬似メールサーバ
 - 被災地内の端末が, 普段利用しているメールサーバと通信できない場合に備え, 代理のメールボックスを提供し, 被災地内外でメールの送受信を行えるようにする

提案システムのモデル図

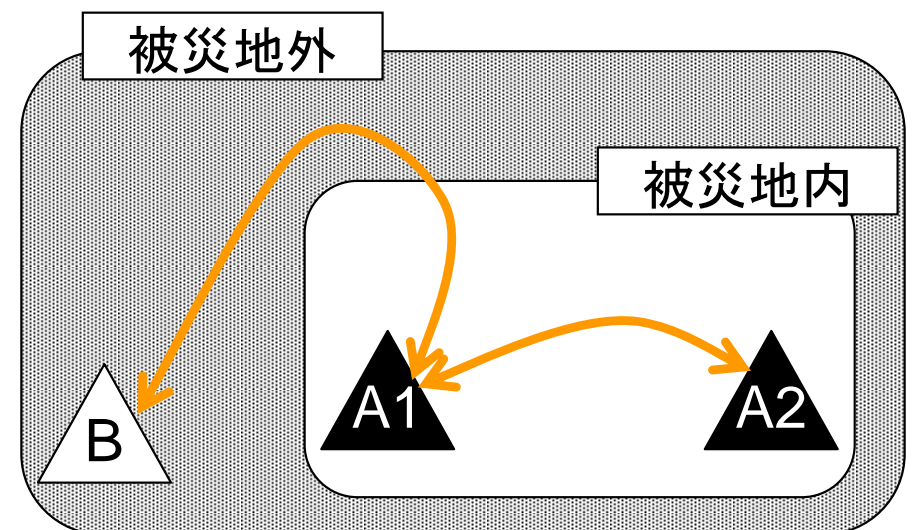


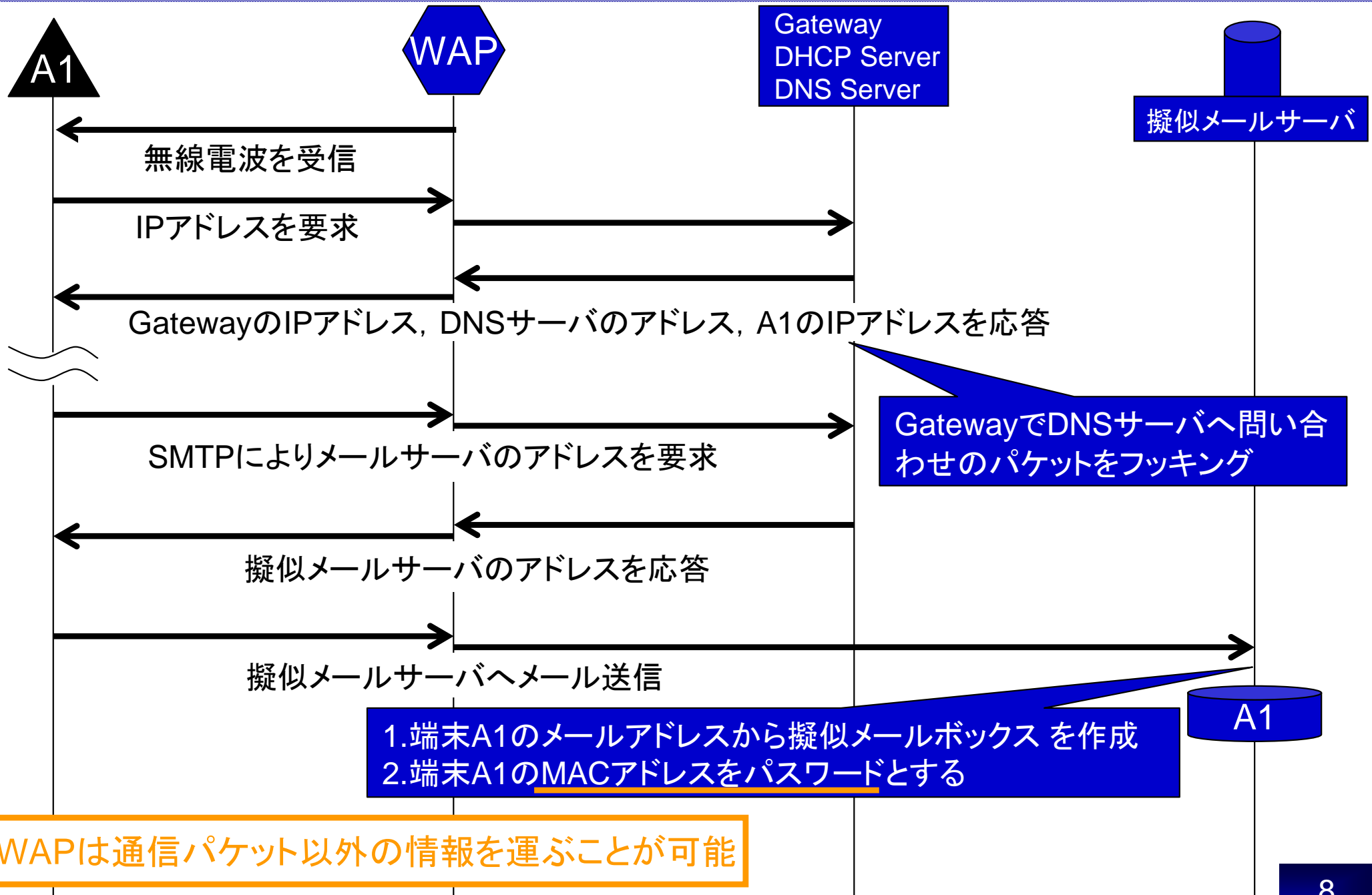
メール通信の分類と擬似メールサーバの動作

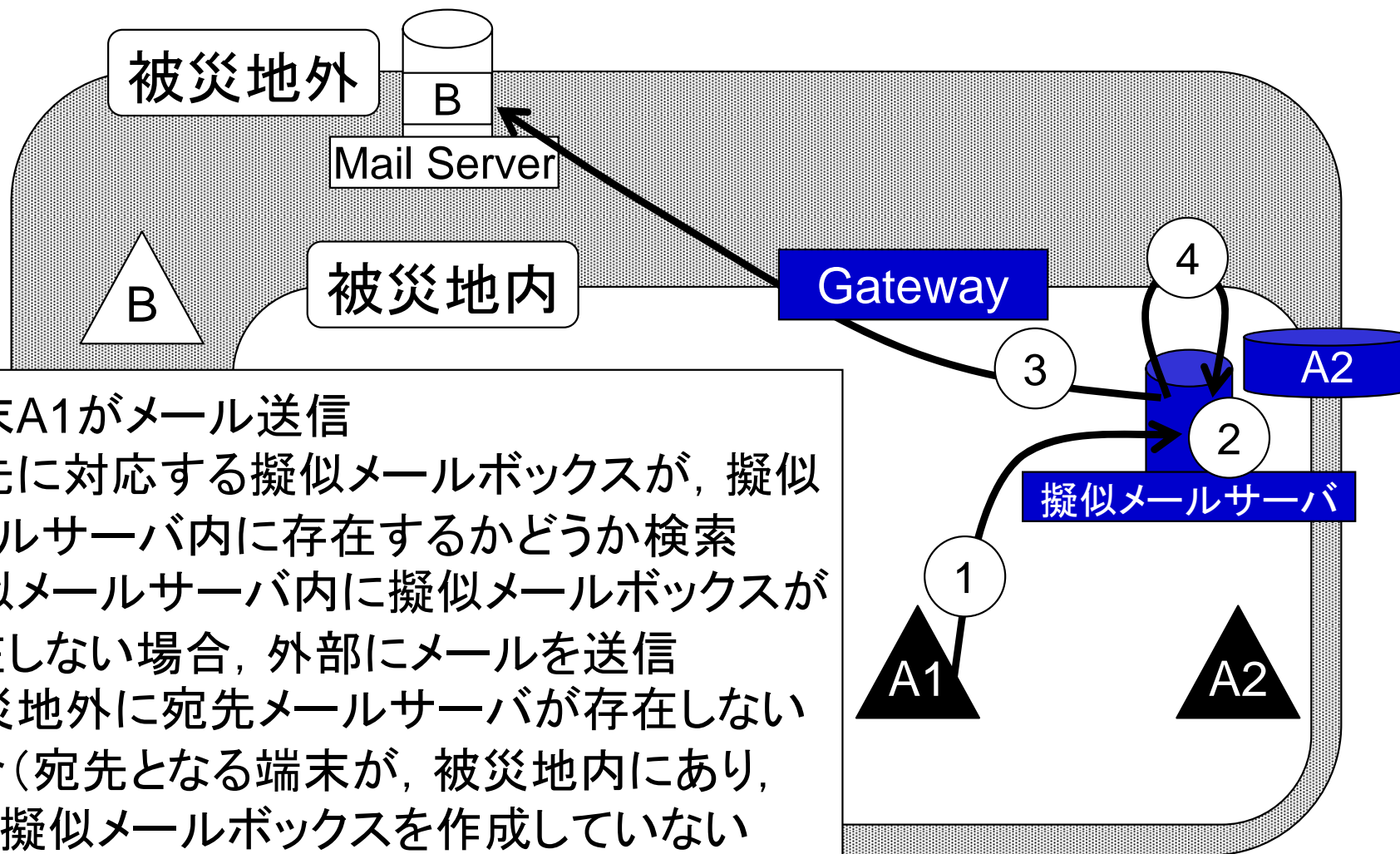
		送信元	宛先
内部メール		A1	A2
		A2	A1
内外メール	外部宛メール	A1	B
	内部宛メール	B	A1

擬似メールサーバの動作

- ・擬似メールサーバへの初期登録
- ・擬似メールサーバを用いたメール送信
 - 内部メール
 - 外部宛メール
- ・擬似メールサーバからのメール受信
 - 内部メール
 - 内部宛メール





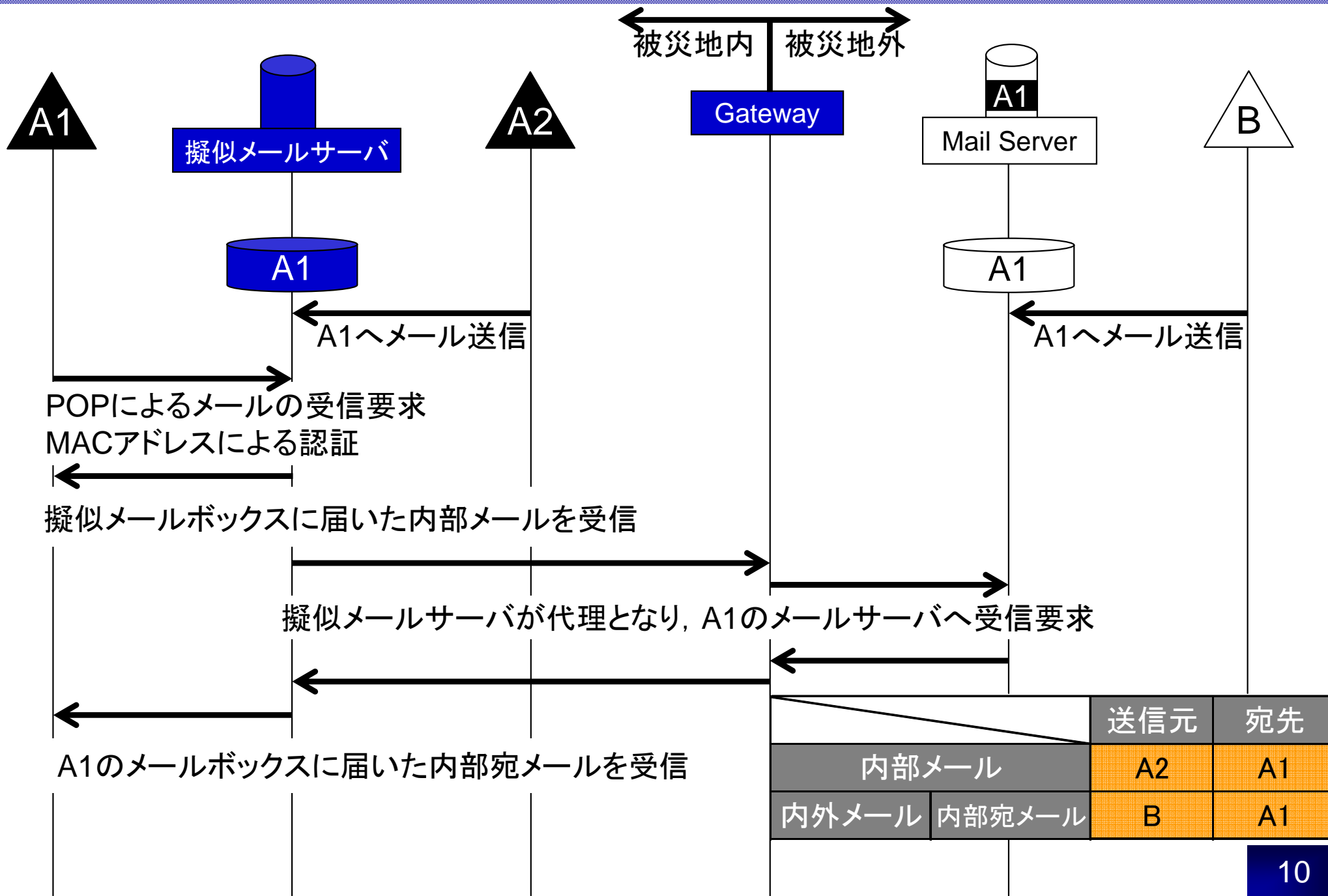


1. 端末A1がメール送信
2. 宛先に対応する擬似メールボックスが、擬似メールサーバ内に存在するかどうか検索
3. 擬似メールサーバ内に擬似メールボックスが存在しない場合、外部にメールを送信
4. 被災地外に宛先メールサーバが存在しない場合 (宛先となる端末が、被災地内にあり、まだ擬似メールボックスを作成していない場合)、擬似メールサーバ内にメールを一時的に蓄えておく。宛先に対応する端末が擬似メールボックスを作成した時点で、擬似メールサーバがメールを送信する

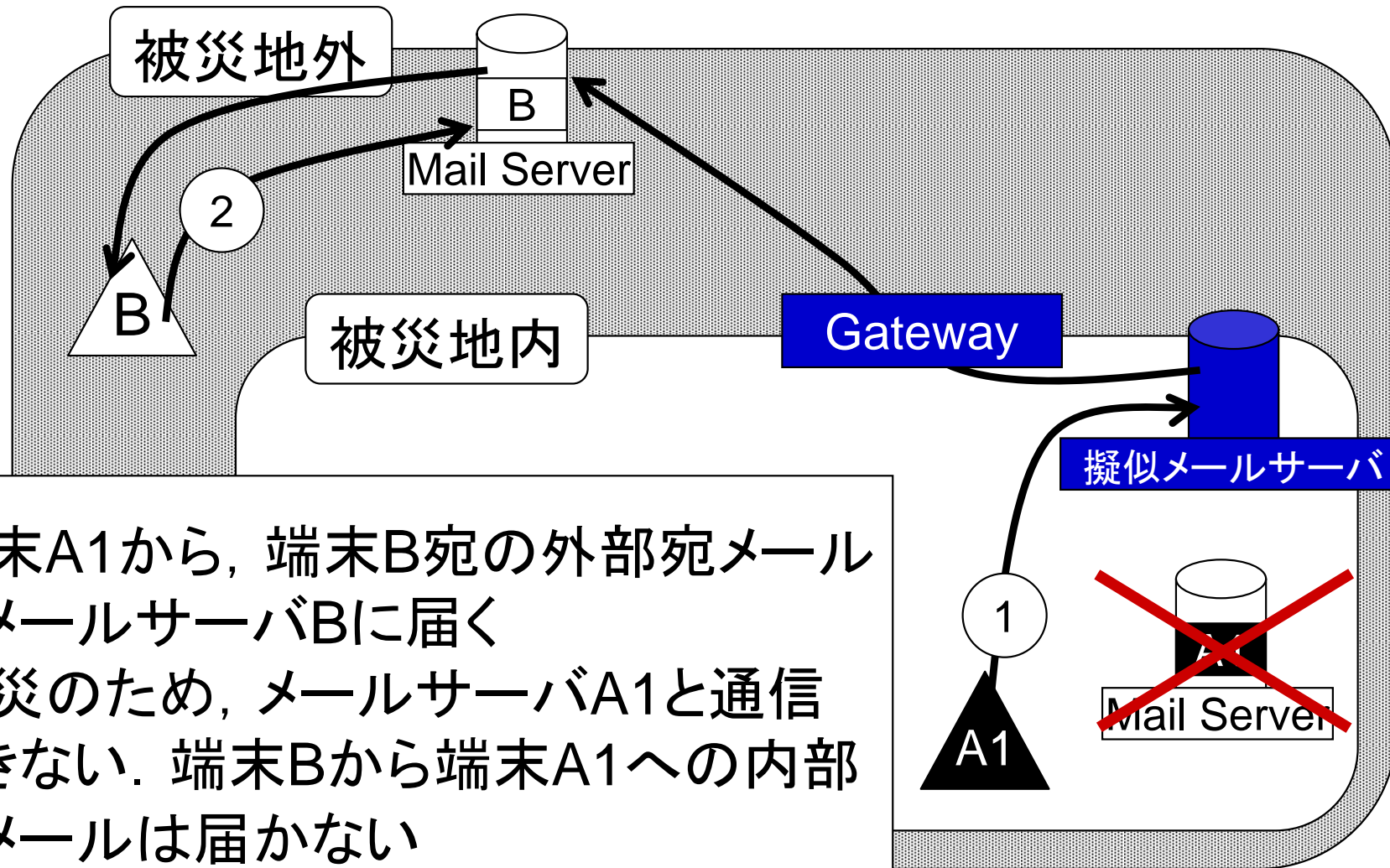
		送信元	宛先
内部メール		A1	A2
内外メール	外部宛メール	A1	B

擬似メールサーバの動作

メールの受信



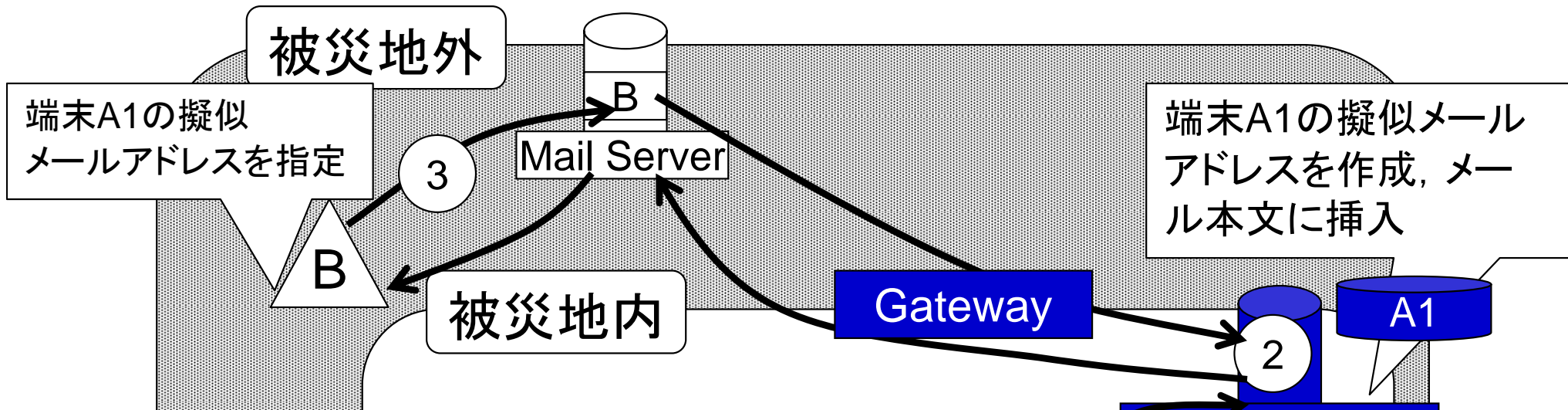
被災者のメールサーバが被災地内に存在する場合



1. 端末A1から、端末B宛の外部宛メールはメールサーバBに届く
2. 被災のため、メールサーバA1と通信できない。端末Bから端末A1への内部宛メールは届かない

		送信元	宛先
内外メール	外部宛メール	A1	B
	内部宛メール	B	A1

例外処理（擬似メールアドレスの挿入）



1. 端末A1が端末B宛にメールを送信
2. 擬似メールサーバは、端末A1が作成したメールのメッセージに擬似メールアドレスを挿入した後に、宛先B宛にメールを送信
3. 端末Bは擬似メールアドレスを用い、端末A1宛にメールを送信

		送信元	宛先
内外メール	外部宛メール	A1	B
	内部宛メール	B	A1

むすび

- 本発表
 - WAPLにより通信環境を構築
 - 擬似メールサーバを設置, メール通信を実現
- 提案システムの特徴
 - 無線LANを用いて, 被災地内にIP網を構築
 - WAPLや擬似メールサーバの存在を意識しなくて良い
 - 普段と同様の操作でメール通信が可能
- 今後の課題
 - 実装
 - インフラが半壊した場合のケース
 - 端末Bのメールサーバが破壊した場合のケース

補足

DICOMO2007での発表紹介

- “伊藤 将志”:シームレスハンドオーバ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
- “加藤 佳之”:無線アクセスポイントリンク”WAPL”の提案と評価

メール通信の分類

		送信元	宛先
内部メール		A1	A2
		A2	A1
内外メール	外部宛メール	A1	B
		A2	B
	内部宛メール	B	A1
		B	A2

