

## 非常時においてもメッセージングサービスを安定提供するためのアカウント提供・管理方式

田坂和之<sup>†</sup> 今井尚樹<sup>†</sup> 吉原貴仁<sup>†</sup>

地震などの非常時, メールや WEB 伝言サービスなどのメッセージングサービスによる情報収集や情報共有が重要となる. 一方, 非常時では通信回線の輻輳などにより, ユーザはアカウントの取得やメッセージングサービスの利用が困難となる. そこで本論文では, メッセージングサービスを安定提供するためのアカウント提供・管理方式を提案する. 具体的には, アカウントやメッセージングサービスを提供する非常サーバを避難場所などに分散配置し, インターネット上のサーバと連携してアカウントを提供・管理する. また, 同場所にて非常サーバの起動・停止を管理し, 避難場所から通常サーバへの通信経路を確保するモバイルルータを導入する. さらに, 提案方式に基づいて実装したプロトタイプシステムを使用し, 性能を評価した結果, ユーザが増加した場合においても安定してメッセージングサービスを提供可能であり, 25.4s 以内に提供を開始可能なことを確認した.

## An Account Provision and Management Method to Constantly Provide Messaging Services in Emergency

KAZUYUKI TASAKA<sup>†</sup> NAOKI IMAI<sup>†</sup>  
KIYOHITO YOSHIHARA<sup>†</sup>

In emergency case such as an earthquake, it is important for users to provide messaging services such as mail and message board services for information collection and information sharing. However, users cannot get user accounts for messaging services and use them due to congestion or disconnect in communication link. In this paper, we propose an account provision and management method to constantly provide messaging services in emergency. The proposed method decentralizes servers for messaging services to locations such as evacuation area. In the same location, the proposed method manages power of them and constantly estimate communication link between servers in evacuation area and the Internet. We show a prototype system with the proposed method and the effectiveness.

<sup>†</sup>(株)KDDI 研究所  
KDDI R&D Laboratories Inc.

### 1. まえがき

地震などの非常時, 非常時下の人々(以下, ユーザとよぶ)にとって安否情報や避難場所情報などの情報収集や情報共有が重要となる. 情報収集や情報共有の手段として, 東北地方太平洋沖地震のような非常時では, メールや WEB 伝言サービスなどのメッセージングサービス<sup>1-3)</sup>が一般に利用された. ただし, 非常時の発生直後, 携帯電話基地局の損傷や固定通信回線の切断により, メッセージングサービスを利用することが困難な状況となった<sup>4)</sup>. メッセージングサービスを利用するためのアカウントを所有していないユーザにとっては, アカウントを取得することも困難となった.

通常時の通信回線(以下, 通常回線とよぶ)が使用困難になると, 通信事業者は通常回線の復旧を進める一方, 衛星回線といった非常時に影響しない通信回線(以下, 非常回線)を確立する. 通信事業者は, 非常回線の確立によりインターネット上に設置されたメッセージングサービス用のサーバ(以下, 通常サーバとよぶ)とユーザの通信端末間の接続性を提供する. ただし, 非常回線は携帯電話の通信回線や固定通信回線と比較して低速度であるため, 輻輳が発生しやすい. さらに, 通常サーバへのアクセス集中が, 通常サーバ側の通信回線の輻輳や通常サーバでの処理負荷の増加を引き起こす.

従来のメッセージングサービス<sup>1-3)</sup>におけるアカウント提供・管理方式<sup>5)</sup>では, ユーザは通信端末を使用して通常サーバからアカウント登録画面を取得し, 通常サーバに対してアカウントの重複確認やパスワード設定を要求した後, アカウントを取得する. ユーザは, 取得したアカウントを使用し, 自分宛のメッセージを確認したり, 通信相手へメッセージを送信したりする. さらに, アカウントの不正使用を防ぐため電話の通信回線を使用した本人確認の後, アカウントを提供するサービスがある<sup>6)</sup>.

このような従来のメッセージングサービスで用いられる方式は, 非常時を想定していない. 通常回線の輻輳や通常サーバの処理負荷増加などにより, 通常サーバからアカウントを提供するための制御パケットやメッセージングサービスのパケットの欠落が継続すると, ユーザはアカウントの取得やメッセージングサービスの利用が困難となる. このような問題を解決した場合においても, 避難場所にて非常回線が確立されるまで, ユーザはメッセージングサービスによる情報収集や情報共有が困難となる.

したがって, 通常回線の輻輳や通常サーバの処理負荷増加を回避し, アカウントを所有していないユーザに対してアカウントやメッセージングサービスを安定して提供する必要があります(課題 1). 一方, アカウントを所有済みのユーザに対して非常時の発生有無に関わらず, メッセージングサービスを継続して提供する必要があります(課題 2). また, 非常回線の確立やメッセージングサービスの提供準備を短時間で完了し, 通常時には非常回線より安定した通信を確保可能な通常回線へ切替える必要がある(課題 3).

本論文では, 上記の 3 つの課題を解決することで非常時においてもメッセージングサービスを安定して提供するためのアカウント提供・管理方式を提案する.

提案方式では、課題1の解決を図るため、非常用のアカウント(以下、非常アカウントとよぶ)やメッセージングサービスを提供・管理するサーバ(以下、非常サーバとよぶ)を避難場所などへ分散配置する。非常サーバは、非常回線のトラフィック量を抑制することで輻輳を回避するため、避難場所に構築した非常用のネットワーク(以下、非常ネットワークとよぶ)に通信端末を接続させ、非常アカウントを提供する。ユーザは、非常アカウントを使用してメッセージングサービスを利用する。

課題2の解決を図るため、非常サーバと通常サーバが通常時に提供するアカウント(以下、通常アカウント)と非常アカウントを紐付ける。具体的には、非常サーバは、アカウントを既に取得しているユーザから通常アカウントを取得し、通常サーバとともに非常アカウントと通常アカウントを紐付ける。ユーザが異なる避難場所間を移動すると、非常サーバと通常サーバは紐付けたアカウントを更新する。アカウントを紐付ける際、モバイルルータは、非常回線の使用状況に応じて紐付けるタイミングを制御する。非常時から通常時に戻ると、非常サーバは、非常サーバ内で管理しているアカウントやメッセージングサービスのデータ(以下、メッセージデータとよぶ)を通常サーバへ移行し、通常サーバが非常アカウントを通常アカウントとして管理する。

課題3を解決するため、非常時を検知すると同時に非常サーバを起動させ、避難場所から通常サーバへの通信回線を確保するとともに、通常時には通常回線へ切戻すモバイルルータを導入する。モバイルルータは、通常回線の回線状況から非常時であることを検知し、通信回線を通常回線から非常回線へ切り替えるとともに、起動パケットを非常ネットワークへ送信することで非常サーバを起動させる。さらに、モバイルルータは、通常回線が使用可能であることを検知すると、通信回線を非常回線から通常回線へ切戻す。

本論文では、提案方式の実現性を確認するとともに有効性を評価するため、実機で構築したプロトタイプシステムを示す。さらに、プロトタイプシステムを用いた評価結果により、提案方式は従来方式と比較して、メッセージングサービスを安定して提供可能であることを示す。

以下2.では、従来のアカウント提供・管理方式を非常時下に応用した場合の課題について述べる。3.にてメッセージングサービスを非常時にも安定して提供するためのアカウント提供・管理方式を提案する。4.では提案方式に基づいて実装したプロトタイプシステムの概要について述べ、5.では安定性などの観点から提案方式の性能を評価し、有効性を示す。最後に6.で本論文をまとめる。

## 2. 従来のアカウント提供・管理方式と非常時下における課題

本章では、本論文で想定する環境を示した後、従来のアカウント提供・管理方式を示す。また、従来方式を想定環境に応用した場合の課題を示す。

### 2.1 想定環境

本論文で想定する環境を以下に示す。本論文では、地震などの非常時においてユーザは通常回線を使用困難な環境(以下、非常環境とよぶ)を想定する。非常環境では、ユーザは学校や公共施設などの避難場所へ集まり、周辺状況に応じて避難場所を移動する。避難場所では、発電機が設置され、電力が共有されている環境を想定する。このような避難場所においてユーザは、メッセージングサービスを利用して情報収集や情報共有を行う。ただし、通常アカウントを所有しているユーザと所有していないユーザが混在する環境を想定する。また、ユーザはメッセージングサービスを利用するための携帯電話やノートパソコンを所有している、あるいは避難場所にパソコンが設置されている環境を想定する。

### 2.2 従来のアカウント提供・管理方式

従来のメッセージングサービスで利用されるアカウント管理方式<sup>5)</sup>では、ユーザのアカウント名やパスワードなどのアカウント情報を通常サーバ内で管理している。具体的には、通常サーバの管理者が新たなアカウント情報を通常サーバ内へ事前に登録し、アカウント情報をユーザへ提供する。あるいは、ユーザ自身が任意のアカウント名を通常サーバ内に登録する。アカウント名が既に登録されている場合、通常サーバは別のアカウント名による登録をユーザへ要求する。通常サーバは、アカウント名が未登録であることを確認すると、パスワードをユーザへ提供する。これにより、ユーザは、新規のアカウント情報を使用してメッセージングサービスを利用することが可能となる。さらに、アカウントの不正使用を防ぐため、GoogleやYahooなどではアカウント作成時に携帯電話番号の入力をユーザに要求した後、通常サーバが入力された電話番号へ発信し、確認コードを通知する。ユーザは、確認コードを入力することでアカウント情報を取得可能となる<sup>6)</sup>。

これらのメッセージングサービスや従来方式では非常時を想定していない。そこで、非常時下でメッセージングサービスを提供するための方式が提案されている<sup>7)</sup>。文献7)では、衛星回線を使用して避難場所に設置したパソコンと通常サーバとの接続性を確保する。さらに、アカウントを通常サーバで自動作成するとともに、ユーザによる手書きのメッセージをパソコンで解析し、通常サーバへ送信することでアイティオリテラシーの低いユーザでもメッセージングサービスの利用を可能とする。

### 2.3 従来のアカウント提供・管理方式を想定環境に応用した場合の課題

従来方式を2.1の想定環境に応用した場合の課題を以下に示す。通常回線の輻輳や通常サーバの処理負荷増加などにより、通常サーバからアカウントを提供するための制御パケットやメッセージングサービスのパケットの欠落が継続すると、アカウントやメッセージングサービスを提供することが困難となる。また、通信業者による非常回線が確保されるまで、ユーザはメッセージングサービスを利用することが困難となり、非常時の発生直後メッセージングサービスを利用することが困難となる。なお、

携帯電話番号を使用したアカウント提供方式は、通話サービスが使用困難な環境では、アカウントを作成することが困難となる。

したがって、通常回線の輻輳や通常サーバの処理負荷増加を回避しながらも、アカウントを所有していないユーザに対して、アカウントやメッセージングサービスを安定して提供する必要がある(課題1)。一方、アカウントの所有者に対して、非常時の発生有無に関わらず、メッセージングサービスを継続して提供可能とする必要がある(課題2)。さらに、非常回線の確立やメッセージングサービスの提供準備を短時間で完了し、通常時には非常回線より安定した通常回線へ切替える必要がある(課題3)。

### 3. 非常時においてもメッセージングサービスを安定して提供するためのアカウント提供・管理方式

#### 3.1 提案アーキテクチャ

非常時においてもアカウントやメッセージングサービスを安定して提供するため、2.3 で述べた 3 つの課題を解決するアーキテクチャを提案するとともに、アーキテクチャの要素が備える機能を示す。

##### 3.1.1 アーキテクチャの検討

課題1の解決を図るため、非常回線経由で送受信するトラフィック量を抑制する方法、パケットの送受信タイミングを変更することで一時的なトラフィック量を平滑化する方法、複数の通信回線を束ねるなどして帯域を増強する方法<sup>8)</sup>がある。ただし、各避難場所に非常回線を確立するための衛星通信端末を複数設置することは導入コストの観点で問題となる。そこで、本論文では、ユーザが存在する避難場所などに非常サーバ(図1(a))を配置し、非常回線に影響しない閉じた非常ネットワークに接続する通信端末(図1(d))へ非常アカウントを提供する(図1(iii))ことで、トラフィック量を抑制する。また、通常時、サービス提供者は非常サーバを避難場所へ事前に設置すると、通常サーバ(図1(c))は通常回線を経由して非常アカウントを非常サーバへ割当て(図1(ii))。また、通信端末によるアクセスを非常サーバへ誘導し(図1(iv))、非常サーバが送受信するパケットの送信タイミングを変更するモバイルルータを導入する(図1(b))。

課題1を解決しつつ、課題2の解決を図るため、非常サーバは通信端末から通常アカウントを取得し(図1(v))、非常サーバや通常サーバで非常アカウントを紐付ける(図1(vi))。ユーザが移動する際には、紐付けたアカウントを更新する(図1(vi))。

課題1を解決しつつ課題3の解決を図るため、モバイルルータは、通常回線の回線状況から非常時であることを検知すると、通信回線を通常回線から非常回線へ自動で切替える。また、モバイルルータは非常時の検知と同時に非常ネットワークならびに非常サーバを自動構築する(図1(i))。これにより、オペレータが存在しない場所においてもアカウントやメッセージングサービスの提供準備を短時間で完了する。

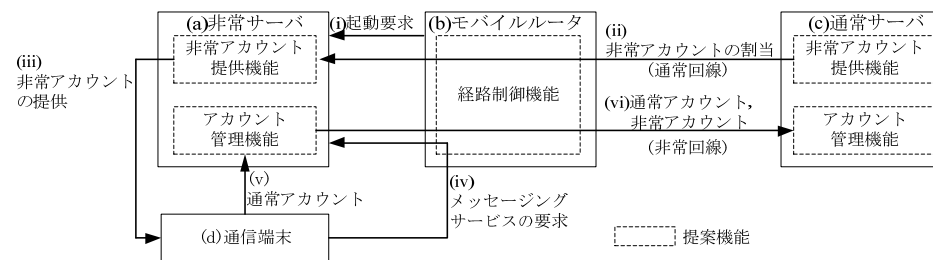


図1 提案アーキテクチャ  
Figure 1 Proposed Architecture

一方、モバイルルータは通常回線が使用可能であることを検知すると、通信回線を非常回線から通常回線へ切り戻すとともに、非常サーバを停止させる。ただし、設置・運用コストなどの問題から非常サーバを常設することが困難な場合、サービス事業者は非常サーバが備える機能を外部メモリやDVDにインストールしておき、避難場所の管理者へ予め渡しておく。避難場所の管理者は、非常時、外部メモリやDVDを、別の用途で使用していたパソコンへ接続させ、パソコンを非常サーバとして動作させる。さらに、モバイルルータを常設困難な場合、サービス事業者は非常アカウントを割当てた非常サーバとモバイルルータを備えた車両を派遣する。これにより、想定外の場所が避難場所になった場合においても、メッセージングサービスをユーザへ提供することが可能となる。

##### 3.1.2 提案機能

提案アーキテクチャの各要素(図1(a)-(c))が備える機能を以下に示す。

##### 機能1: 非常アカウント提供機能

非常サーバと通常サーバが備える機能であり、通常サーバから非常サーバへ非常アカウントを事前に割当てるとともに、非常サーバから通信端末へ非常アカウントを提供する。詳細を3.2に示す。

##### 機能2: アカウント管理機能

非常サーバと通常サーバが備える機能であり、非常アカウントと通常アカウントの紐付け、ユーザの移動にともなう紐付けアカウントの更新、非常時から通常時への移行にともなうアカウントの移行を行う。詳細を3.3に示す。

##### 機能3: 経路制御機能

モバイルルータが備える機能であり、通常回線と非常回線の通信回線切替え、非常時における非常サーバへのアクセス誘導、通信回線の状況にともなう帯域制御やパケット送受信の優先制御を行う。詳細を3.4に示す。

### 3.2 非常アカウント提供機能

本機能は、通常サーバが非常アカウントを非常サーバに割当て(フェーズ 1)、非常サーバが非常ネットワークに接続したユーザの通信端末に対して非常アカウントを提供した後(フェーズ 2)、メッセージングサービスを提供する(フェーズ 3)。

#### (フェーズ 1) 事前準備：非常アカウントの割当て

通常サーバの管理者は、非常サーバへ割当てする非常アカウント名を通常サーバ内へ事前に設定する。非常サーバは、非常アカウントを未所有の場合、通常サーバから非常アカウントを取得する。非常アカウントの割当てシーケンスを 3.2.1 に示す。

#### (フェーズ 2) 非常アカウントの提供

非常時、モバイルルータがユーザによる WEB アクセスを非常サーバへ誘導し、非常サーバが非常アカウントを所有していないユーザに対して非常アカウントを提供する。非常アカウントの提供シーケンスを 3.2.2 に示す。

#### (フェーズ 3) 非常アカウントを使用したメッセージングサービスの提供

非常時、非常サーバが、非常アカウントを提供したユーザに対してメッセージングサービスを提供する。非常アカウントを使用したメッセージングサービスの提供シーケンスを 3.2.3 に示す。

#### 3.2.1 非常アカウントの割当て

非常アカウントを通常サーバから非常サーバへ割当てするシーケンスを以下に示すとともに、図 2 に示す。

##### (1) 非常アカウントの登録

通常サーバの管理者は、非常サーバに割当て可能なアカウント名とドメイン名を通常サーバ内のデータベース(以下、通常 DB とよぶ)に登録する(図 2(i)、表 1)。登録時には、通常 DB 内のステータスが未割当となっている。このステータスは、非常サーバに割当てられていないアカウント名を意味する。表 1 では、emg-zzzz-0000 から emg-zzzz-9999 までの 10,000 個のアカウント名が未割当のステータスとなっている。

##### (2) 非常アカウントの割当て要求

サービス提供者や避難場所の管理者は、通常時、モバイルルータと非常サーバを避難場所に設置し、モバイルルータと非常サーバを起動させる(図 2(ii))。起動後、非常サーバは、非常サーバの ID、必要なアカウント数、設置場所を含むアカウント取得要求を通常サーバへ送信する(図 2(iii))。非常サーバは、設置場所を GPS(Global Positioning System)、あるいはサービス提供者・避難場所の管理者の手動により取得する。

##### (3) 非常アカウントの割当て

アカウント取得要求を受信した通常サーバは、要求されたアカウント数分のアカウント名を未割当のアカウント名から割当て、非常サーバへ返信し(図 2(iv))、ステータスを未割当から割当済に変更する。非常サーバは、通常サーバから受信したアカウント名を非常サーバ内のデータベース(以下、非常 DB)に登録する。

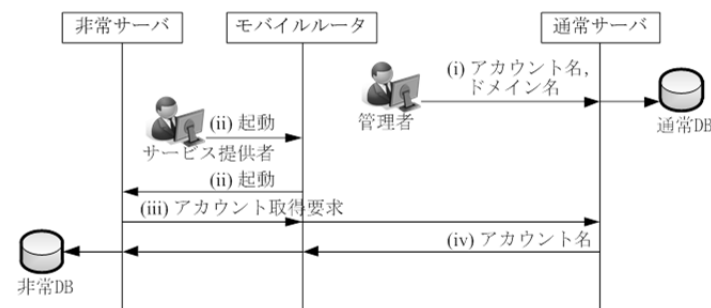


図 2 非常アカウントの割当てシーケンス

Figure 2 The Sequence to Allocate Emergency Accounts

表 1 非常アカウントの割当て例

Table 1 An Example of Allocated Emergency Accounts

アカウント名	ドメイン名	非常サーバ ID	設置場所	ステータス
emg-xxx-0000 ～	abc.dddd.jp	EServ0001	XXX 小学校	使用中 ～ 使用中
emg-xxx-1000 ～	abc.dddd.jp	EServ0002	YYY 施設	割当済 ～ 割当済
emg-zzzz-0000 ～	abc.ddd.jp	—	—	未割当 ～ 未割当
emg-zzzz-9999				

#### 3.2.2 非常アカウントの提供

非常サーバが非常アカウントをユーザの通信端末へ提供するシーケンスを以下に示すとともに、図 3 に示す。

##### (1) 非常アカウントの取得要求

ユーザは、非常ネットワークに接続した携帯電話やパソコンなどの通信端末を使用する。具体的には、ユーザは、通信端末の WEB ブラウザを起動し、インターネット上の通常サーバへ WEB ページの取得要求メッセージ(HTTP GET)を送信する(図 3(i))。モバイルルータは、WEB ページの取得要求メッセージを非常サーバへ転送する(図 3(ii))。

##### (2) 非常アカウントの提供

非常サーバは、メッセージングサービスのトップ画面をユーザへ返信する(図 3(iii))。

トップ画面には、アカウントの入力画面を含むとともに、アカウントの作成画面へ遷移するためのリンクを含む。非常サーバを初めて利用するユーザはアカウントの作成画面へ遷移するためのリンクを選択すると、通信端末はアカウントの生成要求メッセージを送信する(図 3(iv))。非常サーバは、アカウントの取得要求メッセージを受信すると、通常サーバから割当てられたアカウント名の中から、未提供のアカウント名(e.g. emg-xxx-0000@abc.ddd.jp)を検索し、パスワード(e.g. passemg)とともに返信する(図 3(v))。非常サーバは非常アカウントを通信端末へ提供すると同時に非常アカウント名を通常サーバへ送信する(図 3(vi))。通常サーバは、受信した非常アカウントのステータスを割当済から使用中に変更し、非常アカウント宛のメッセージの転送先を送信元の非常サーバに設定する。

### 3.2.3 非常アカウントを使用したメッセージングサービスの提供

ユーザは、メッセージングサービスのトップ画面を取得した後(図 3(iii))、非常サーバから取得した非常アカウント名とパスワードを使用し、非常サーバのトップ画面からログインする。ユーザのログインに成功すると、通信端末はメッセージングサービスの利用画面を取得し、ユーザは各サービスを使用してメッセージデータを送受信する。なお、ユーザがEメールを使用した場合、メールアカウントの認証メッセージや送受信メッセージがモバイルルータによって非常サーバへ誘導される。非常サーバは、通常サーバとメッセージデータを送受信する。送受信するタイミングに関しては、3.4に示す。

### 3.3 アカウント管理機能

本機能は、非常回線の輻輳回避や通常サーバの処理負荷抑制と同時に、通常アカウントを取得しているユーザが通常アカウントを使用可能とするため、非常サーバと通常サーバにて非常アカウントと通常アカウントを紐付ける。詳細を 3.3.1 に示す。また、ユーザが避難場所を移動すると、移動前の非常サーバで保存していたメッセージデータを移動後の非常サーバへ移行する。詳細を 3.3.2 に示す。さらに、非常時から通常時へ戻ると、ユーザが非常アカウントで送受したメッセージデータを継続して確認可能とするため、非常サーバで管理していたメッセージデータを通常サーバへ移行する。詳細を 3.3.3 に示す。

#### 3.3.1 非常アカウントと通常アカウントの紐付け

非常サーバと通常サーバは、通信端末へ提供した非常アカウントと通信端末から取得した通常アカウントを紐付ける。通常サーバは、アカウントの紐付け情報を基に通常アカウント宛のメッセージデータを非常サーバへ転送する。詳細を以下に示すとともに図 4、図 5 に示す。

##### (1) 通常アカウントと非常アカウントの紐付け

非常サーバは、非常アカウント名(e.g. emg-xxx-0000@abc.ddd.jp)とパスワード(e.g. passemg)を送信した後(図 3(v), 図 4(i)), 非常アカウントを提供した通信端末に対して

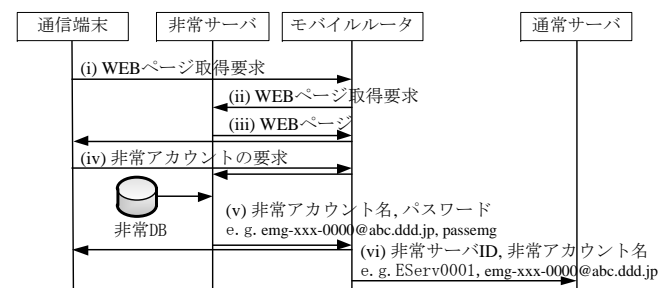


図 3 非常アカウントの提供シーケンス

Figure 3 The Sequence to Provide Emergency Accounts

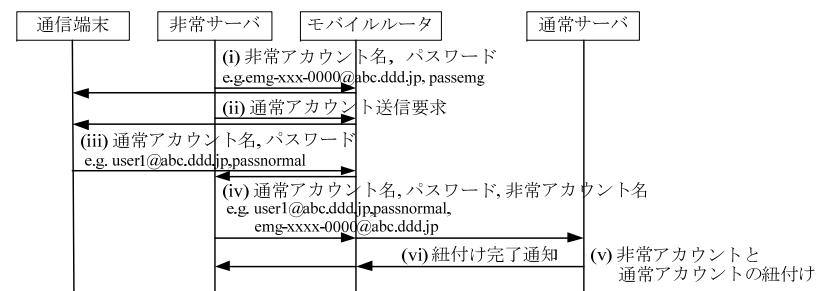


図 4 非常アカウントと通常アカウントの紐付けシーケンス

Figure 4 The Sequence to Bind an Emergency and an Normal Accounts

通常アカウントの送信を要求する(図 4(ii))。ユーザが通常アカウント(e.g. user1@abc.ddd.jp)を所有している場合、通信端末は通常アカウント名とパスワードを非常サーバへ送信する(図 4(iii))。非常サーバは、非常アカウント名とともに、通常アカウント名とパスワードを通常サーバへ送信する(図 4(iv))。通常サーバは、通常アカウント名のパスワードからユーザの認証を完了すると、非常アカウントと通常アカウントを紐付け、通常 DB に登録する(図 4(v))。通常サーバは、紐付けが完了したことを非常サーバへ通知し、非常サーバで通常サーバと同じ紐付け情報を登録する(図 4(vi))。

##### (2) 通常アカウントを使用したメッセージデータの送受信

###### (a) メッセージデータの受信 (図 5(i)-(v))

連絡相手となるユーザは、通信端末(e.g. 通信端末 2)を使用して通常アカウント(e.g. user1@abc.ddd.jp)宛へメッセージデータを送信する(図 5(i))。通常サーバは、通常 DB からアカウントの紐付け情報を検索する。通常サーバは、通常アカウント名に紐付け

た非常アカウント名(e.g. emg-xxx-0000@abc.ddd.jp)を発見すると、非常アカウント名を管理している非常サーバを特定する。通常サーバは、メッセージデータの宛先を非常アカウント名に変換し、非常サーバへ送信する(図 5(ii)).

一方、メッセージデータの宛先が非常アカウント名の場合、宛先を変更せず、メッセージデータを非常サーバへ直接送信する(図 5(iii)).

ユーザは、通信端末(e.g. 通信端末 1)を用いてメッセージデータを受信するため、メッセージデータ要求メッセージを非常サーバへ送信する(図 5(iv)). 非常サーバは、通信端末へメッセージデータを返信する(図 5(v)).

### (b) メッセージデータの送信 (図 5(vi)-(vii), (vi)'-(vii)')

ユーザは、通信端末(e.g. 通信端末 1)で通常アカウント(e.g. user1@abc.ddd.jp)を使用して、連絡相手のアカウント(e.g. user2@abc.ddd.jp)へメッセージデータを送信する(図 5(vi)). モバイルルータは非常サーバへメッセージデータを転送し、非常サーバは宛先(e.g. user2@abc.ddd.jp)を管理している通常サーバ(図 5 では省略)経由で通信相手(e.g. 通信端末 2)へメッセージデータを送信する(図 5(vii)).

ユーザは非常アカウント(e.g. emg-xxx-0000@abc.ddd.jp)を使用してメッセージデータを送信する場合(図 5(vi)'), 非常サーバは送信元のアカウント名を通常アカウント(e.g. user1@abc.ddd.jp)へ変換する。非常サーバは、送信元のアカウント名を変換後、宛先(e.g. user2@abc.ddd.jp)を管理している通常サーバ経由で通信相手(e.g. 通信端末 2)へメッセージデータを送信する(図 5(vii)').

### (3) 紐付け情報の更新

ユーザが避難場所を移動した後、メッセージングサービスを継続して利用可能とするため、非常サーバは通常サーバや非常サーバに登録されているアカウントの紐付け情報を更新する。詳細を以下に示すとともにシーケンスを図 6 に示す。なお、図 6 の非常サーバ A、非常サーバ B はそれぞれ異なるモバイルルータに接続しているが、図 6 ではモバイルルータを省略している。各非常サーバは、それぞれ接続しているモバイルルータを経由してパケットを送受信する。

#### (a) アカウントの更新検知 (図 6(i)-(iii))

避難場所を移動したユーザは、移動前の避難場所にて通信端末(e.g. 通信端末 1)を使用して非常アカウント名(e.g. emg-xxx-0000@abc.ddd.jp)を取得している(図 6(i)). ユーザは、移動後の避難場所にて非常サーバ(e.g. 非常サーバ B)へ非常アカウントを要求すると同時に移動前に取得した非常アカウント名とパスワードを送信する(図 6(ii)). これにより、非常サーバは、アカウントの更新を検知すると同時に、新たな非常アカウント名とパスワードを通信端末へ送信する(図 6(iii)).

#### (b) アカウントの紐付け情報の更新 (図 6(iv)-(vi))

非常サーバは、移動前の非常アカウント(e.g. emg-xxx-0000@abc.ddd.jp)と提供した非

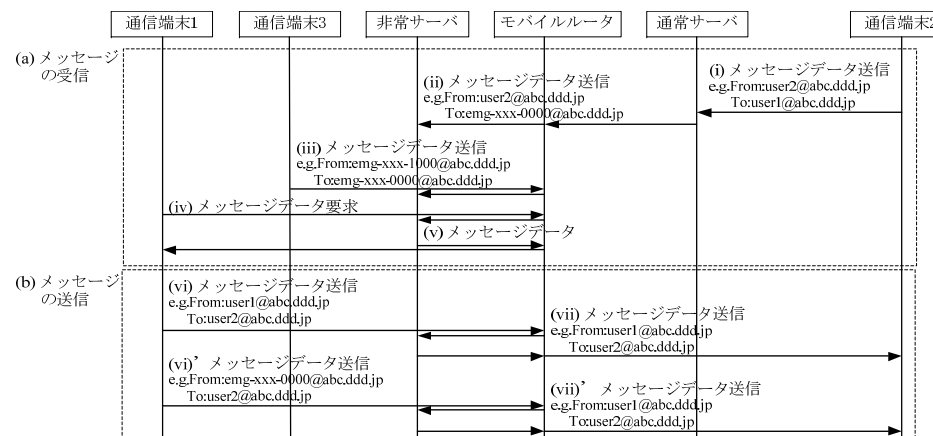


図 5 通常アカウントによるメッセージングサービスの提供シーケンス  
Figure 5 The Sequence to Provide Messaging Services Using Normal Accounts

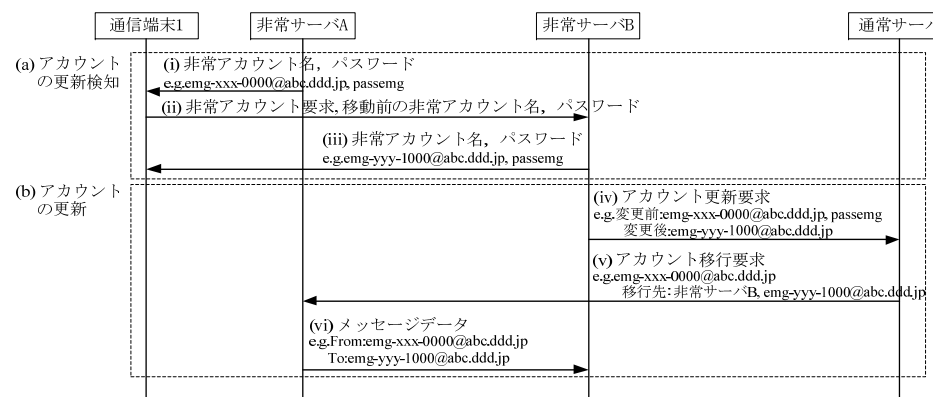


図 6 アカウントの更新シーケンス  
Figure 6 The Sequence to Update Accounts

常アカウント(e.g. emg-yyy-1000@abc.ddd.jp)を通常サーバへ送信する(図 6(iv)). 通常サーバは、紐付け情報を確認し、移動前の非常アカウントと通常アカウントを紐付けていた場合、移動前の非常アカウントから新たな非常アカウントへ更新する。さらに、通常サーバは、移動前の非常アカウントを管理していた非常サーバ(e.g. 非常サーバ A)へアカウント移行要求を送信する(図 6(v)). 非常サーバは、管理している非常アカ

ウント(e.g. emg-xxx-0000@abc.ddd.jp)のメッセージデータを移行先の非常サーバ(e.g. 非常サーバ B)へ送信するとともに、自サーバ内のメッセージデータを削除する(図6(vi))。非常サーバは、削除後、新たなユーザへこのアカウントを提供可能となる。

### 3.3.2 非常アカウントから通常アカウントへの移行

非常時から通常時に復帰した際、ユーザがメッセージングサービスを継続して利用するためのアカウント移行処理の詳細を以下に示す。

非常サーバは、モバイルルータから通常時の状態を示すメッセージを受信すると、ユーザへ提供した非常アカウント名とパスワードのリスト、各非常アカウントのメッセージデータを通常サーバへ送信する。通常サーバは、受信した非常アカウント名のステータスを使用中のままとし、パスワードを通常サーバ内に登録する。通常サーバは、移行完了通知を非常サーバへ送信する。非常サーバは、通常サーバから移行完了通知を受信すると、自サーバをシャットダウンし、モバイルルータからの起動要求を待機する状態となる。

### 3.4 経路制御機能

本機能は、非常サーバと通常サーバ間の通信回線を確保するため、通信回線の通信状況から非常時と判定すると、通信回線を通常回線から非常回線へ切替える。一方、通常時と判定すると、通信回線を非常回線から通常回線へ切戻す。また、安定した非常回線を確保するため、データの送受信制御を行う。詳細を3.4.1に示す。さらに、非常時の発生後、メッセージングサービスを短時間で提供開始可能とするため、非常ネットワークや非常サーバを自動構築する。なお、モバイルルータは通常回線を使用可能であることを検知すると、非常サーバを停止させる。詳細を3.4.2に示す。

#### 3.4.1 通信回線の安定した提供

モバイルルータは、移動通信回線(携帯電話回線、WiMAX回線など)や固定通信回線などの通常回線と衛星回線などの非常回線へ接続する通信インタフェースを備える。

モバイルルータは、通信インタフェースで受信した電波強度や測定したスループットに基づき、通常回線の通信状況を確認する。

モバイルルータは移動通信回線へ接続する通信インタフェースを備える場合、その通信インタフェースにて電波強度を監視する。電波強度が特定の閾値(接続用)以上となる状況が一定時間続いた場合、モバイルルータは通信回線を使用可能と判定する。また、電波強度が特定の閾値(切断用)以下となる状況が一定時間続いた場合、モバイルルータは通信回線を使用不可と判定する。

モバイルルータは固定通信回線へ接続する通信インタフェースを備える場合、通信インタフェースで送受信するパケットのデータ量からスループットを測定する。具体的には、パケットの送受信時に一定間隔で送受信パケットのバイト数を取得し、バイト数を測定間隔で割ることによりスループットを計算する。スループットが特定の閾値(接続用)以上となる状況が一定時間続いた場合、モバイルルータは通信回線を使用

可能と判定する。また、スループットが特定の閾値(切断用)以下となる状況が一定時間続いた場合、モバイルルータは通信回線を使用不可と判定する。

モバイルルータは、通常回線が全て使用不可と判定、あるいは手動で非常時の入力を受けると、通信回線を通常回線から非常回線へ切替える。一方、通常回線が使用可能と判定、あるいは手動で通常時の入力を受けると、通信回線を非常回線から通常回線へ切替える。

非常回線に接続する通信インタフェースでは、閾値(接続用)と閾値(切断用)の間にデータ制御用の閾値を設定する。スループットが閾値(切断用)より上、閾値(データ制御用)以下の場合、非常サーバで提供するメッセージングサービスの帯域を確保し、データ送受信の優先制御を行う。

なお、サービス提供者は、各閾値と使用可能/不可と判定する時間をモバイルルータ内へ事前に設定する。

#### 3.4.2 非常ネットワークと非常サーバの自動構築

モバイルルータは、3.4.1で非常時と判定すると、非常サーバの起動メッセージを非常ネットワークへ送信する。非常サーバの通信インタフェースは起動メッセージを受信すると、非常サーバは電源ならびにOS(Operating System)を起動し、3.2で述べた非常アカウント提供機能と3.3で述べたアカウント管理機能を有効にする。モバイルルータは、非常サーバの起動を検知すると、非常サーバで提供するメッセージングサービスのパケットを非常サーバへ転送するフィルタを自ルータ内に追加する。

## 4. アカウント提供・管理方式の実装

提案方式を備えるプロトタイプシステムのモジュール構成を図7に示し、各モジュールを動作させるために使用した機器と主なソフトウェアを表2に示す。

#### (a) 状態監視モジュール

モバイルルータが通常回線や非常回線の使用可否を判定するためのモジュールである。本モジュールは、判定結果を後述する回線切替えモジュールや非常サーバ起動モジュールへ通知する。

#### (b) 回線切替えモジュール

経路制御機能を備え、通常回線と非常回線を切替えるモジュールである。本モジュールは、状態監視モジュールから非常時を示す文字列を受信すると通信回線を通常回線から非常回線へ切替え、アクセス誘導、帯域制御、パケット送受信の優先制御を開始する。一方、通常時を示す文字列を受信すると非常回線から通常回線へ切替えると同時に、アクセス誘導、帯域制御、パケット送受信の優先制御を停止する。

#### (c) 非常サーバ起動モジュール

非常時に非常サーバを起動するモジュールである。本モジュールは、状態監視モジ

ユーザから非常時を示す文字列を受信すると、Wake-On-LAN<sup>9)</sup>を使用して非常サーバの電源・OSを起動するためのコマンドを非常ネットワークへ送信する。一方、通常時に戻ると、sshを使用して非常サーバのOS・電源を停止するためのコマンドを非常サーバへ送信する。

#### (d) メッセージングサービス起動モジュール

メッセージングサービスを提供するプログラムを起動するモジュールである。本モジュールは、非常サーバの電源・OS起動後、ユーザのアカウントを管理するアカウント管理モジュール、ならびにメッセージングサービスを提供するためのサービス管理モジュールを起動する。

#### (e) アカウント提供・管理モジュール

非常アカウント提供機能とアカウント管理機能を備え、非常アカウントをユーザへ提供するとともに、非常アカウントと通常アカウントを紐付けるモジュールである。本モジュールは、メッセージングサービス起動モジュールから起動を示す文字列を受信すると、アカウントを提供・管理するためのプロセスを起動する。

#### (f) サービス管理モジュール

メッセージングサービス、DNS(Domain Name System)サービスを起動するモジュールである。本モジュールは、メッセージングサービス起動モジュールから起動を示す文字列を受信すると、メッセージングサービスを提供するためのプロセスを起動する。

## 5. アカウント提供・管理方式の性能評価

### 5.1 実験環境と実験項目

#### 5.1.1 実験環境

プロトタイプシステムを用いて提案方式の性能を評価するための実験構成を以下に示す。モバイルルータと非常サーバ間では有線(100BASE-TX)で接続し、モバイルルータと通信端末間を無線 LAN(802.11b)で接続する。また、モバイルルータは、非常回線へ接続するため、衛星通信端末(インマルサット BGAN, 最大通信速度 492kbps)に接続する。通常サーバは、有線(100BASE-TX)でインターネットに接続する。

#### 5.1.2 実験項目

5.1.1 で示した実験構成での評価項目を以下に示す。

非常アカウント提供機能と経路制御機能により、提案方式が従来方式(通常サーバでアカウントやメッセージングサービスを提供する方式)と比較してアカウントやメッセージングサービスを安定して提供可能なことを評価項目 1, 評価項目 2 で確認する。

#### 評価項目 1: 非常アカウント提供完了ユーザ数

提案方式と従来方式(通常サーバによるアカウント提供・管理)にて、複数のユーザがアカウントを同時に要求した際、アカウントの取得を完了したユーザ数を測定する。

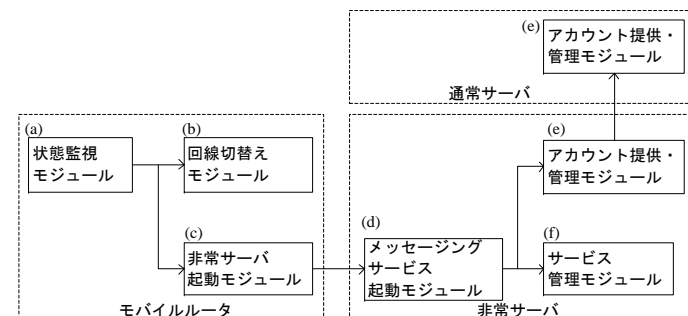


図 7 モジュール構成

Figure 7 The Module Configuration

表 2 使用機器とソフトウェア

Table 2 Equipment and Software

機器	OS	ソフトウェア	対応モジュール
MR	Linux	iptables	図 7 (b)
		squid	図 7 (c)
		httpd	図 7 (c)
		ssh	図 7 (c)
ES	Linux	bind	図 7 (f)
		httpd	図 7 (f)
		squirrel Mail	図 7 (f)
		dovecot	図 7 (f)
		sendmail	図 7 (f)
NS	Linux	sendmail	図 7 (f)

MR:モバイルルータ, ES:非常サーバ, NS:通常サーバ

図 7(a),(d),(e)に関しては独自のソフトウェアを実装

具体的には、非常サーバや通常サーバから提供するアカウントを 10~1,000(避難場所を学校とした場合のおよその許容人数に相当)へ増加させた際に、非常サーバや通常サーバがアカウントを提供したユーザ数を測定する。測定結果から両方式にてアカウントの提供を完了したユーザ数の推移を測定する。

#### 評価項目 2: メッセージデータ取得所要時間

メッセージデータを同時に取得するユーザ数を増加させた際、通信端末から通常サーバや非常サーバにメッセージデータを要求してから取得を完了するまでに要する時間(メッセージデータ取得所要時間)を測定する。なお、1メッセージあたりのサイズを 500KByte(IS03 などの携帯電話で添付可能なファイルサイズ)とし、接続タイムアウト時間を 5 分(ユーザに最も使用されている Internet Explorer の規定値)とした。



アカウント管理機能と経路制御機能により、アカウントを短時間で提供可能なことを評価項目3で確認する。

### 評価項目3:非常アカウント提供所要時間とアカウント紐付け所要時間

地震などの非常時が発生してから0~2分後の揺れがおさまるまで身の安全を確保し、2~5分後まで身の周りの状況を確認、5分後から情報収集の開始がユーザに求められている<sup>10)</sup>。0~2分後の間にメッセージングデータを送信困難な状況が発生することを想定し、揺れがおさまってからユーザが情報収集を開始するまでの3分以内にアカウントの提供を開始可能であることを確認する。

具体的には、モバイルルータが非常時を検知し、非常回線の確立を開始するとともに起動要求メッセージを非常サーバへ送信してから、非常アカウントを通信端末へ提供するまでに要する時間(非常アカウント提供所要時間)を測定する。また、モバイルルータが非常時を検知し、非常サーバが非常アカウントを通信端末へ提供してから、通常サーバで非常アカウントと通常アカウントの紐付けが完了する時間(アカウント紐付け所要時間)を測定する。

## 5.2 評価項目

各評価項目における測定結果と評価を以下に示す。

### 5.2.1 非常アカウント提供完了ユーザ数の測定結果と評価

提案方式ならびに従来方式における非常アカウント提供完了ユーザ数の測定結果を図8に示す。従来方式では、ユーザ数が100を超えると、パケット損失が発生し、全てのユーザへ非常アカウントを提供できない結果となった。具体的には、ユーザ数が100の時点で99%のユーザにアカウントを提供できたが、1%のユーザ数(1)がアカウントを取得することができなかった。また、ユーザ数が1,000の時点で81%のユーザにアカウントを提供できたが、19%のユーザ数(180)がアカウントを取得することができなかった。一方、提案方式では、ユーザ数を10から1,000に増加させた場合においても全てのユーザに対してアカウントを提供できている。

提案方式は、モバイルルータと通常サーバの非常回線のスループットやデータの到達遅延時間に依存しない。したがって、ユーザ数を1,000以上に増加させた場合においても非常サーバで処理可能なユーザ数分、あるいは非常ネットワークで許容できるデータ量まで非常アカウントを安定してユーザへ提供可能となる。一方、従来方式では、モバイルルータと通常サーバ間でパケットを送受信するため非常回線のスループットやパケットの到達遅延時間に依存する。したがって、提案方式では従来方式と比較し、非常時においてもアカウントをユーザへ安定して提供可能であることがいえる。

### 5.2.2 メッセージデータ取得所要時間の測定結果と評価

メッセージデータの取得所要時間の平均値を測定結果として図9に示す。従来方式では、500KByteのメッセージデータを同時に取得するユーザ数が18を超えると、非

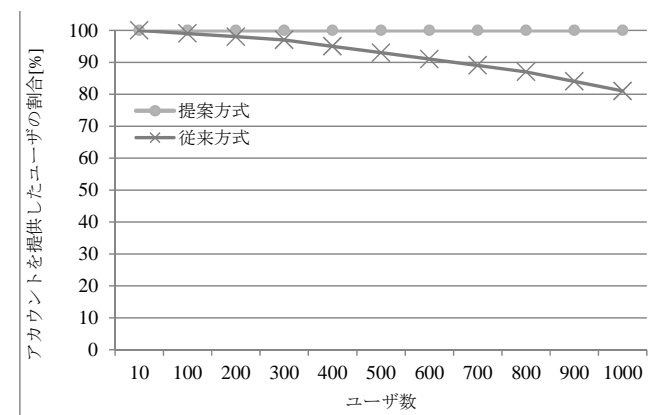


図8 非常アカウント提供完了ユーザ数

Figure 8 The Number of Users to Provide An Emergency Account

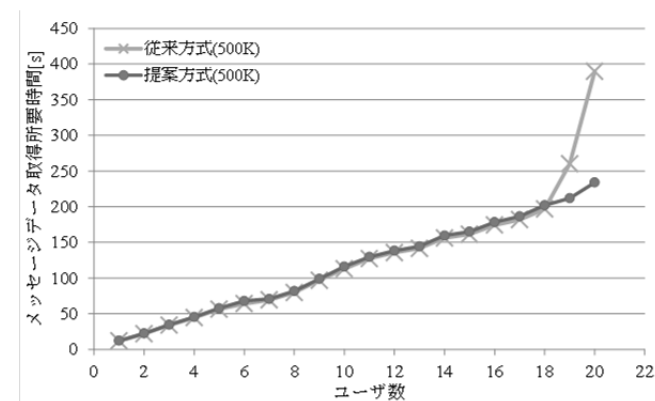


図9 メッセージデータ取得所要時間

Figure 9 The Time to Get Message Data

常回線での輻輳による通常サーバへの再接続が増加したため、メッセージ取得所要時間が提案方式よりも増加している。一方、提案方式は非常サーバでユーザからのメッセージデータ取得要求メッセージを受信し、回線状況に応じてメッセージデータを送受信するため、輻輳が発生していない。

したがって、提案方式では従来方式と比較して、非常時にユーザ数が増加した場合においてもメッセージングサービスを提案して提供可能であることがいえる。

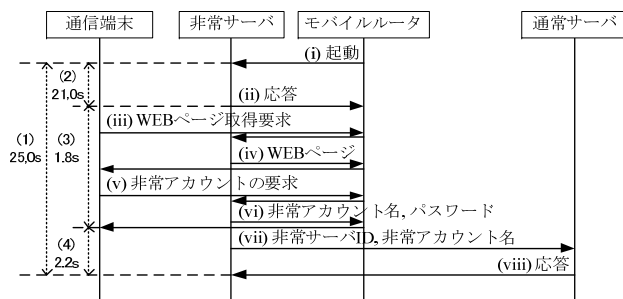


図 10 非常アカウント提供所要時間  
Figure 10 The Time to Provide An Emergency Account

### 5.2.3 非常アカウント提供所要時間とアカウント紐付け所要時間の測定結果と評価

非常アカウント提供所要時間は、約 25.0s であった(図 10(1)). 内訳を以下に示す. モバイルルータが、通信回線を使用不可と判定してから非常サーバで動作するモジュールの起動が完了するまでの時間は、約 21.0s であった(図 10(2)). 起動後、通信端末が WEB ページの取得要求メッセージを送信してから非常アカウント名を取得するまでの時間は、約 1.8s であった(図 10(3)). また、通常サーバにて非常アカウントのステータスが使用中になるまでの時間は、約 2.2s であった(図 10(4)).

一方、アカウント紐付け所要時間は、約 25.4s であった. 内訳を以下に示す. モバイルルータが通信回線を使用不可と判定してからアカウントの紐付けを完了する時間は、約 21.6s であった. また、非常サーバが非常アカウントを提供してからアカウントの紐付けを完了した時間は、約 3.8s であった(図 11(1)). なお、非常サーバが非常アカウントを提供してから通常アカウントを取得するまでの時間は、約 1.3s であり(図 11(2)), 非常サーバが非常アカウント名と通常アカウント名を通常サーバへ送信してからアカウントの紐付けを完了するまでの時間は、約 2.3s であった(図 11(3)).

以上の測定結果から、非常アカウント提供所要時間、アカウント紐付け所要時間はそれぞれ約 25.0s, 約 25.4s であり、180s 以内にアカウントを提供可能なことを確認した. これにより、非常時の発生後、ユーザが一斉に情報収集を開始する前に、メッセージングサービスを安定して提供できる準備が完了できるといえる.

## 6. むすび

本論文では、非常時においてもメッセージングサービスを安定して提供可能なアカウント提供・管理方式を提案した. 提案方式では、非常サーバから非常アカウントをユーザへ提供するとともに、通常サーバと連携して通常アカウントの使用を許容する.

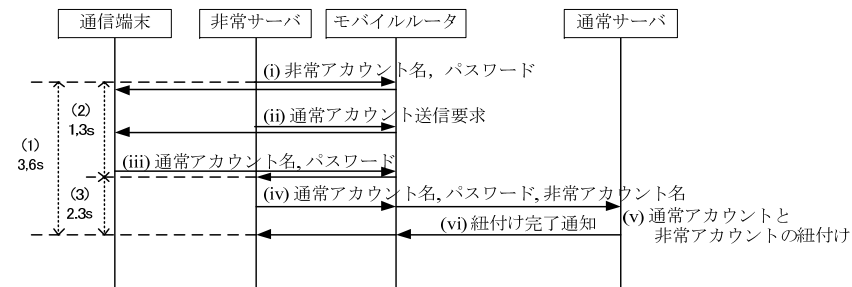


図 11 アカウント紐付け所要時間  
Figure 11 The Time to Bind Accounts

さらに、同場所にて非常サーバの起動・停止を管理し、避難場所から通常サーバへの通信回線を確保するモバイルルータを導入することで、メッセージングサービスを安定提供する. また、提案方式に基づいて実装したプロトタイプシステムを使用して、性能を評価した. 結果、アカウントやメッセージングサービスを提供するユーザ数が増加した場合においても、提案方式は従来方式と比較して安定して提供可能であることを確認した. また、非常時の発生からメッセージングサービスの提供準備が完了するまでの時間が最大 25.4s であり、目標時間とされる 180s 以内であることを確認した. 最後に、日頃ご指導頂く(株)KDDI 研究所中島所長ならびに長谷川執行役員に感謝する.

## 参考文献

- 1) KDDI 災害伝言板サービス, [http://www.au.kddi.com/notice/saigai\\_dengon/index.html](http://www.au.kddi.com/notice/saigai_dengon/index.html)
- 2) Twitter, <http://twitter.com/>
- 3) KDDI WEB メール, <https://webmail2.auone-net.jp/>
- 4) 総務省 平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震に関する被害状況等について, <http://www.soumu.go.jp/soutsu/tohoku/higai.pdf>
- 5) J. Franks, P. Hallam-Baker, J. Hostetler, S. Lawrence, P. Leach, A. Luotonen, L. Stewart.: HTTP Authentication: Basic and Digest Access Authentication, IETF RFC2617 (1999).
- 6) Yahoo 画像や音声による認証について, <http://help.yahoo.co.jp/help/jp/edit/edit-57.html>
- 7) K. Mase, N. Azuma and H. Okada.: Development of an Emergency Communication System for Evacuees of Shelters, IEEE Wireless Communications & Networking Conference (2010).
- 8) K. Sklower, B. Lloyd, G. McGregor, D. Carr and T. Coradetti.: The PPP Multilink Protocol (MP), IETF RFC1990 (1996).
- 9) AMD Magic Packet Technology, [http://support.amd.com/us/Embedded\\_TechDocs/20213.pdf](http://support.amd.com/us/Embedded_TechDocs/20213.pdf)
- 10) 東京都総務局 発災時の行動指針(地震), [http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/athome/action\\_earthquake.html](http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/athome/action_earthquake.html)