

## 無線 LAN 通信における構成データ管理方式

奥山 嘉昭<sup>†</sup> 村上 卓弥<sup>†</sup> 村津 文武<sup>‡</sup> 浅井 伸一<sup>†</sup> 佐藤 直樹<sup>†</sup> 中本 幸一<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 日本電気 システムプラットフォーム研究所

<sup>‡</sup> 日本電気 コピキタス基盤開発本部

**概要:** PDA などの携帯端末の発達によって、利用者が移動する毎に公衆無線 LAN アクセスポイント・社内無線 LAN など様々な無線 LAN ネットワークに接続する形態が現実のものとなっている。しかし、従来の携帯端末では、無線 LAN に接続するための設定が煩雑である上、ユーザのニーズにあったネットワークを自動で選択し、接続しているとは言い難い。そこで本稿は、無線 LAN に接続するための設定簡略化と、ユーザのニーズにあったネットワークに自動的に接続を行うためのデータ管理方式について提案する。ユーザのニーズに応じて複数の無線 LAN ネットワークの設定の中から適切なネットワーク設定をダウンロードし、適切なネットワークに自動的に接続を行うことでユーザの無線 LAN ネットワーク設定/接続時の負担を減らすことができる。

### A Configuration Data Management Method for Wireless LAN Communication

Yoshiaki Okuyama<sup>†</sup> Takuya Murakami<sup>†</sup> Fumitake Muratsu<sup>‡</sup>

Shinichi Asai<sup>†</sup> Naoki Sato<sup>†</sup> Yukikazu Nakamoto<sup>†</sup>

<sup>†</sup> System Platforms Research Laboratories, NEC Corporation

<sup>‡</sup> Ubiquitous Platform Development Division, NEC Corporation

**Abstract:** Mobile terminal users connect several wireless LAN networks, such as public, office and home wireless LAN progress of PDA. However, it is troublesome for the present mobile terminal user to setup mobile terminals to connect with wireless LAN. Also it is impossible for the terminal to select the most suitable network which the user requires. This paper introduces automatic configuration method for wireless LAN and data management method for automatic network selection. By using these methods, user can connect wireless LAN network easily and terminal connects automatically to network which user requires.

## 1 はじめに

近年、PDA などの携帯端末の発達、および家庭/企業内無線 LAN や公衆無線 LAN スポットの増加によって、携帯端末を様々な無線 LAN ネットワークへ容易に接続したいというユーザの要求が増大している。

しかし、ユーザが新たな無線 LAN スポットで端末を使用する場合、無線 LAN ネットワークの設定情報を携帯端末に入力する必要がある。ネッ

トワークの設定情報は多様であり、設定情報を入力する作業は煩雑である。それ以外にユーザは接続できることを確認する作業、場合によっては接続ができない場合の問題解決も行わなければならない。

また、無線 LAN ネットワークが複数展開される場所では、アクセス可能な無線 LAN ネットワークの中から接続先の選択を行う必要がある。この選択を手動で行うのは煩雑であり、ユーザが望むサービスが提供されているネットワークを自

動的に判別し、接続する技術が必要になってきている。

そこで本稿では、これらの解決方法として、無線 LAN 構成データ管理方式、およびこれに基づくデータを用いたユーザのニーズに合わせた接続ネットワーク自動選択方式について述べる。

## 2 背景

本章では、無線 LAN ネットワークに接続を行うために必要となる設定情報、また従来の設定情報入力方式および従来のネットワーク接続方式について述べる。

### 設定情報の種類

無線 LAN ネットワークへ接続するためには様々な設定情報を端末に入力する必要がある。ここでは、現在無線 LAN ネットワーク接続のために必要となる代表的な設定情報について説明する。

- L2(リンク層)接続設定  
無線 LAN アクセスポイントに L2 レベルで接続するための設定情報である。L2 ネットワーク接続設定にはアクセスポイントの識別子(ESSID/BSSID)や、パケット暗号化用の WEP キー、802.1x/WPA 認証で使用する情報などがある。
- L3(ネットワーク層)接続設定  
TCP/IP 接続のための設定を指す。代表的な設定項目として DHCP の利用可否、IP アドレス、サブネットマスク、デフォルトゲートウェイ、DNS 設定がある。
- ネットワークサービス設定  
ネットワークサービスを利用するための設定である。例えば、SMTP サーバ設定、POP サーバ設定、HTTP Proxy 設定や、SIP サーバ設定などがある。

### 従来のネットワーク接続方式

無線 LAN ネットワーク環境では端末はアクセス可能な無線 LAN ネットワークの中から接続先を選択する必要がある。

無線 LAN ネットワークに自動的に接続する従

来方式として、無線 LAN アクセスポイントが送信する ESSID を接続のキーとして、無線 LAN アクセスポイントの決定/接続を行う方法が使用されている[1]。

### 従来の設定情報入力方式

従来接続設定の入力は、ユーザが端末に手動でネットワーク設定情報を入力する方式を取っていた。この方式は、ユーザは設定情報の入力作業や、接続可否の確認作業など煩雑な作業を行わなければならない問題点がある。

これに対して煩雑な設定情報の入力/確認作業を解決するために、DHCP、IPv6 Auto configuration などを利用して設定情報をネットワークから自動取得し、これを端末に入力する方式がある。この方式では、ネットワーク接続時にネットワーク設定情報を取得できるが、取得が行える設定情報を行うには十分でない。この問題点に次章以降で詳細に説明する。

## 3 従来方式の問題点

従来方式では以下の問題点がある。

(p1) ESSID で接続ネットワークを識別することの問題点

ESSID は単にアクセスポイントの識別子なので、L3 以上のネットワークの識別を行えない。たとえば、端末が帰属するアクセスポイントの ESSID が切り替わったときに、端末は単に同一ネットワーク内のアクセスポイント間で移動したのか、提供されるサービスが異なる別のネットワークに移動したのかを判断できない。

(p2) 設定入力方式の問題点

無線 LAN ネットワークに接続を行う場合、携帯端末は DHCP などの有線 LAN ネットワークと同じような手法では設定情報の取得が行えないことが問題点として挙げられる。

これは、無線 LAN のネットワーク接続に有線 LAN より強いアクセス制限を設ける必要があるため、無線 LAN では 802.1x や WEP キーなどの L2 レベルの認証・暗号化を必要とするからである。L2 レベルの認証・暗号化情報自身は無線 LAN ネットワークを使って配信できないので、

無線 LAN に接続を行う携帯端末は、設定情報をユーザが事前に入力しておく必要がある。この入力は、新規無線 LAN 接続のたびに毎回行う必要があるため煩雑である。

(p3) 接続するネットワークの特性が分からないことの問題点

ESSID は 802.11 で規定された L2 の識別子なのでそのままでは、接続ネットワークの帯域や、インターネットの接続性などのネットワークのプロパティ(特性)による接続の判断を行えない。

ユーザは、単にネットワークに接続したいと思うのではなく、その上で展開されているサービスを利用したいと考えている。サービスが異なると接続するネットワークの特性も異なるので、利用するサービスに応じた接続ネットワークの選択を行う必要がある。

## 4 解決方法

### (1) サイトによるサービスプロバイダの識別

(p1)の問題点をサイトという概念を導入することによって解決する。

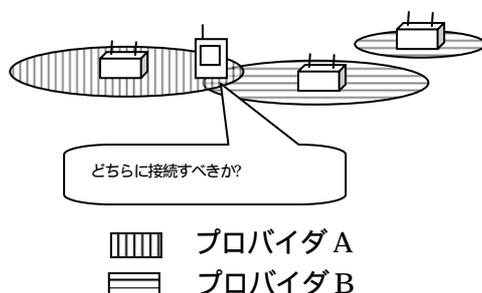


図 1 サイト

本稿ではサイトを、ネットワークを用いた物理的なサービスの運用範囲と定義する。サイトはサービスプロバイダによって運用されサービスプロバイダと一対一に対応する。本稿ではサービスプロバイダをインターネットプロバイダのみ指す狭義の意味でなく、無線 LAN スポット事業者、企業内 LAN 運用部署などを指す広義の意味で使用する。

### プロバイダのネットワーク運用範囲の明確化

サイトを定義する第一の目的は、サービスプロ

バイダのネットワーク運用範囲を明確化することである。(p1) で述べたように、ESSID はアクセスポイント毎につけられる識別子でありサービスプロバイダを識別する単位としては小さすぎる。サイトをサービスプロバイダの単位で定義することで、提供されているサービスが異なるネットワークを端末は識別できる。

ここで サイト ID を定義する。サイト ID は、サイトを一意に識別する識別子である。サイト ID はサイトと 1 対 1 に対応するため、サービスプロバイダの識別を容易にする。

たとえば VoIP サービスを例にとると、同じサイト内のアクセスポイント間の移動では通話を切断しないが、サイトが変更された場合(サイトが変更された場合)課金体系が異なるので通話を切断したいとする。ESSID をキーにして接続するサービスを決定した場合、通話切断のタイミングを判断できないが、サイト ID を使用することにより判断が可能となる。ESSID とサイト ID との間の変換については後述する。

### アクセスポイントのグループ化

サイトを定義する第二の目的は、アクセスポイントのグループ化を行うことである。ESSID を使ってネットワーク設定情報を管理した場合、同じサービスプロバイダが提供するアクセスポイントでも別々に L3 レベル以上のネットワーク設定情報を保持する必要がある。サイトを定義することによって、サイト上のネットワーク設定情報を一箇所で簡便に管理できる。

### (2) 容易な設定情報入力方法の提供

(p2)での問題点を解決するために、本稿では、設定情報を別のネットワークを使ってダウンロードする方式を採用する。

#### (a) 設定情報ダウンロード

設定情報ダウンロードの方式として、Co-Link configuration[2]が提案されている。この方式では、接続前に接続ネットワークとは異なる別のネットワークを使ってネットワーク接続用の設定情報をサーバからダウンロードしインストールする。これによりユーザは L2 レベルの無線 LAN ネットワークの設定情報の煩雑な入力作業から

解放される。

しかし、[2]で言及されている設定情報は、L2 レイヤーの簡単な接続パラメータのみしかない。実際にこの設定情報を使って設定を行うためにはL3以上のネットワーク設定情報も記述できるようにする必要がある。これ以降の節で、携帯端末がダウンロードする設定情報フォーマットをどのように定義したかについて述べる。

#### (b)設定情報フォーマットの定義

ダウンロードする設定情報のフォーマットがサーバと端末間で異なると、端末が設定情報の解釈とインストールを行えない。これを解決するため、設定情報フォーマットを定義する。設定情報フォーマットして必要な要件を挙げる。

- 構造化されたデータ構造  
ネットワークレイヤーに関する設定情報は、階層化することができ、ネットワークサービスに関する設定情報はカテゴリー分けを行うことができる。構造化可能なデータフォーマットが望ましい。
- 要素間の関連付けが可能な構造  
設定情報は複数の要素間で同じものを持つ場合がある。複数の要素間で共有される設定情報を一つにまとめることによって、情報量の削減を行うことができる。したがって、情報間の関連を容易に表現できるデータフォーマットが望ましい。

本稿では、これらの要件を満たす設定情報フォーマットを規定するにあたり、XML を利用した。XML は、データ構造が構造化されており、要素間の関連づけをサポートしている。また、XML 処理系は現在世の中に広く流通しているので、これらの処理系を利用して、文書構造の解析を行うことが可能である。

#### (c)設定情報の構成要素

図 2 に設定情報の例を示す。設定情報の構成要素は以下の通りである。

- サイト ID
- ESSID の集合  
サイトに所属する ESSID のリスト。端末はこの ESSID の集合を使ってサイト ID

と ESSID を関連付ける。

- L2(リンク層)接続設定  
ESSID/BSSID, WEP キー, 802.1x/WPA 認証で使用する情報
- L3(ネットワーク層)接続設定  
DHCP の利用可否, IP アドレス, サブネットマスク, デフォルトゲートウェイ, DNS 設定
- ネットワークプロパティ  
次節で説明する。

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!DOCTYPE autoconfig SYSTEM "autoconfig.dtd">
<autoconfig>
  <!-- ネットワーク設定 -->
  <netconf>
    <description>Wlan Spot</description>
    <!-- サイトの識別子 -->
    <siteid>wlanspot.example.com</siteid>
    <!-- サイトに所属するESS-ID の集合 -->
    <essids>
      <ess id="yokohama">
        <ipref refid="ipcnf:auto"/>
        <secref refid="sec:wlanspot_example_com"/>
        <propref refid="prof:example_com"/>
      </ess>
      <ess id="tokyo">
        <ipref refid="ipcnf:auto"/>
        <secref refid="sec:wlanspot_example_com"/>
        <propref refid="prof:example_com"/>
      </ess>
    </essids>
    <!-- IP 設定 -->
    <ipconfigs>
      <ipconfig id="ipcnf:auto">
        <dhcp>yes</dhcp>
      </ipconfig>
    </ipconfigs>
    <!-- L2ネットワークセキュリティ設定 -->
    <securities>
      <security id="sec:wlanspot_example_com">
        <wepconfig authmode="open" index="0">
          <wepkey index="0">abcdefg</wepkey>
        </wepconfig>
      </security>
    </securities>
    <!-- ネットワークプロパティ(属性情報)設定 -->
    <properties>
      <propertyset id="prof:example_com">
        <property name="connectivity">Internet</property>
        <property name="provider">Provider</property>
        <property name="bearer">WLAN</property>
        <property name="bandwidth">10</property>
      </propertyset>
    </properties>
  </netconf>
</autoconfig>
```

図 2 ネットワーク設定情報の例

### (3)ネットワークの特性を用いた接続ネットワークの判断

(p3)節の問題点を解決するために、サイト ID と関連づける形で「ネットワークプロパティ」を設定情報に追加する。

アクセス可能なネットワークが複数見つかったときに、設定情報内のネットワークプロパティを接続ネットワークの判断基準として利用する。

ネットワークプロパティは、サイトのネットワークの属性情報を指定するものである。たとえば、以下のような属性を指定する。

- 接続性 (Internet/プライベートネットワーク)
- 帯域幅
- ベアラ種別 (無線 LAN/PDC/PHS etc.)
- サイトで提供されるサービス内容

図 2 に示した設定情報データの <properties> タグで囲まれたものがネットワークプロパティである。

サービスが必要とするネットワークの接続条件とこの情報を比較して、接続可能なネットワークに優先順位をつける。この優先順位づけにより、サービスが必要とするもっとも有利なネットワークに接続が行える。

## 5 実装

本章では、前章で述べた方式を実現するシステムの実装方針について述べる。

今回実装したシステムは、ユーザが新規サイトでサービスを受けたい時、IrDA 経由で設定情報をダウンロードし、その設定情報を利用して自動的に適切なサイトに接続を行うというものである。(本稿では、サイトに設定情報サーバから IrDA でダウンロードを行うための装置が設置されていることを想定する。)

実験環境で IrDA を設定情報のダウンロード手段に選んだのは、以下の理由による

- 携帯電話や PDA での赤外線通信 (IrDA) による改札・決済[3]がすでに存在しており、今後一般的な情報取得のデバイスとして使用される可能性が高い。
- IrDA は PDA に標準実装されている場合が多いため、既存の端末に本稿の方式を適用することが可能になる。

設定情報のダウンロード方法として携帯電話

経由や別の無線 LAN ネットワークからのダウンロードなど IrDA 以外のネットワークを使ったダウンロードにも本稿の方式は適用可能である。

### 5.1 端末構成

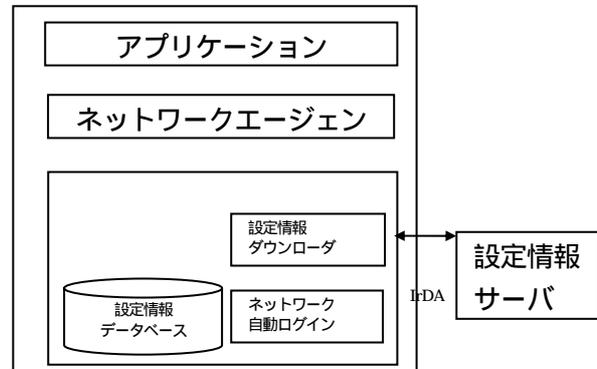


図 3 端末システムの構成

端末が新規無線 LAN ネットワークに接続を行うために、設定情報ダウンロード、設定情報データベース、ネットワークエージェント、ネットワーク自動ログイン機能を実装した。これを図 3 として図示する。

各機能の詳細について以下に説明する。

#### 5.1.1 設定情報ダウンロード

設定情報ダウンロードは、近傍に存在する無線 LAN ネットワークの設定情報をダウンロードし、端末にインストールするアプリケーションである。具体的には XML で記述された設定情報を、IrDA を使ってダウンロードする(図 4)。

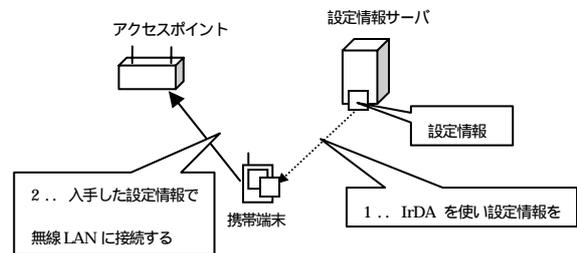


図 4 IrDA を使った設定情報ダウンロード

#### 5.1.2 ネットワークエージェント

ネットワークエージェントは、接続するサイトの選択を行うアプリケーションである。ネットワークエージェントは、アプリケーションから接続

ネットワークの接続条件を指示され、4章(3)に記述したネットワークプロパティを検索し適切なネットワークに接続する。

### 5.1.3 設定情報データベース

設定情報データベースは、設定情報ダウンロードによってダウンロードした設定情報を保存するためのデータベースである。

また、設定情報に記述された ESSID とサイトの関連情報設定データベース内に保存し、ESSID とサイト間の変換機能を持つ。

### 5.1.4 ネットワーク自動ログイン

ネットワーク自動ログイン機能は、近傍に存在する無線 LAN アクセスポイントを検出し、アクセスポイントへの帰属を行うアプリケーションである。ネットワーク自動ログイン機能は新しい無線 LAN アクセスポイントを発見すると ESSID からサイトを判断しサイト ID に変換する。このサイト ID をネットワークエージェントに通知する。また、ネットワークエージェントから接続するサイト ID の指定を受け、アクセス可能なアクセスポイントから対応するアクセスポイントに帰属する。

## 5.2 設定情報サーバ

設定情報サーバは、端末に対して設定情報の送信を行うサーバである。設定情報サーバは端末が接続を行う無線 LAN ネットワークの接続設定情報を持つ。今回の実装では、設定情報サーバは IrDA 装置を持っており携帯端末が IrDA の接続範囲内に入ってきた場合、設定情報を送信する。

## 5.3 サイト内移動のサービス継続性の端末動作シーケンス

この節では、サイト内移動したときにどのようにサービスが継続されるかの端末動作シーケンスを示す。

動作ステップを以下に示す。

Step1: ネットワーク自動ログインは、近傍アクセスポイントを検索し、ESSID を発見する。

Step2: 発見された ESSID をキーにしてネットワーク自動ログインが、ネットワーク設定データベースを検索すると、ネットワーク設定データ

ベースはサイト ID を検索結果として返す。

Step3: ネットワーク自動ログインは、サイト ID をネットワークエージェントに通知する。

Step4: ネットワークエージェントはサイト ID が異なっていれば、アプリケーションにサイトの変更を通知する。サイト ID が同じなら何もしない。

## 5.4 サイト接続条件指定の端末動作シーケンス

この節では、サイト接続条件を指定したときに端末がどのように動作するか動作シーケンスを示す。

以下の2点の条件を指定した場合、どのように接続サイトが異なるか例を用いて説明する。

1. メールアプリケーションは、インターネット上にあるユーザのメールプールに接続する必要がある。
2. ストリーミングアプリケーションは、公衆無線 LAN スポット専用のアプリケーションで 1Mbps の帯域を必要とする。

### 接続条件設定

1 の条件では、メールアプリケーションが起動するときに検索式 “connectivity == Internet” をネットワークエージェントに指定する。

2 の条件では、ストリーミングアプリケーションが起動するときに、検索式 “bandwidth >= 1Mbps” をネットワークエージェントに指定する。

### サイト接続時の動作

Step1: ネットワークエージェントはサイト接続時に、接続条件設定で設定した条件を参照し、その条件で設定情報データベースにサイト接続条件の列挙を行うようにネットワーク自動ログインに指示する。

Step2: 設定情報データベースからこの接続条件に一致するサイト ID の一覧が列挙されるので、そのサイト ID から一つ選択し、自動ネットワークログイン機能に接続を行うようにネットワーク自動ログインはネットワークエージェントに指示する。

## 6 評価

### 6.1 評価環境

5 章で述べた試験ネットワーク環境を構築した。このネットワーク環境を図5に図示する。

このネットワークは、設定情報ダウンロード、サイトIDとネットワークプロパティの有効性を検証するために、

- サイトIDの異なるサイトがオーバーラップしていること
- サイトが提供するサービス内容、ネットワーク環境が異なること
- 設定情報サーバが各アクセスポイント用にあること

としている。具体的には、以下の構成で無線LANネットワークを構築した。

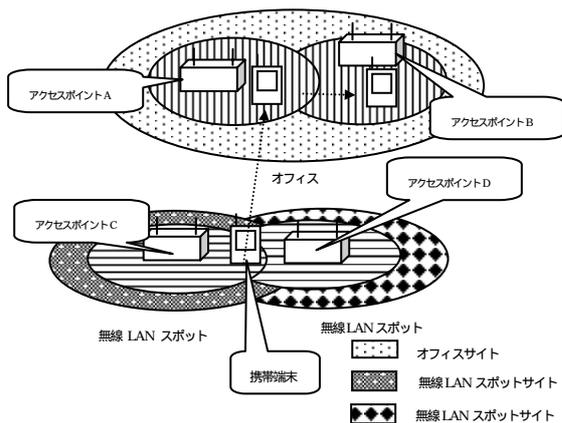


図5 実験システムのネットワーク構成

評価環境でのサイト構成とネットワークプロパティは以下のように設定した。

- 実験ネットワークには、オフィス用のネットワークが接続されたオフィスサイト、および無線LANスポット用ネットワークが接続された無線LANスポットサイト、無線LANスポットサイトが存在する。
- オフィスサイトには、アクセスポイントAとアクセスポイントBが属する。
- 無線LANスポットサイトにアクセスポイントCが属する。サイトの帯域は10Mbpsである。この無線LANスポット

はプライベートネットワークであり、インターネットには到達できない。

- 無線LANスポットサイトにアクセスポイントDが属する。サイトは帯域が256kbpsのネットワークである。サイトはインターネット接続が可能である。
- 各ネットワークには、IrDAでネットワーク情報を配信する設定情報サーバを配置する。

#### 携帯端末

- 評価環境としてLinuxシステムがインストールされているPDAを利用した。このPDAにはIrDAが内蔵され、このIrDAを使って設定情報をダウンロードする。携帯端末は、初期状態ではどのアクセスポイントの設定情報も持っていない。

### 6.2 設定情報ダウンロードの検証

本方式では、新規無線LANネットワークの設定情報をユーザが手動で入力せずに済む点が従来の方式と異なる。この実験環境では、アクセスポイントA、B、C、Dに付属する設定情報サーバからIrDA経由で設定情報をダウンロードし、端末はその設定を使って適切な新規無線LANネットワークに帰属することを確認する。

### 6.3 サイト内移動のサービス継続性の検証

本方式では、アクセスポイントを移動しても同じサイト内であれば、サービスが継続できることを検証する。本実装ではVoIPアプリケーションを使ってこれを評価した。

オフィスサイト内のアクセスポイントA-B間で移動した際に通話が終了せず、サイト外のアクセスポイント間A-Cを移動した際に通話が終了すれば、サイト内移動時にサービスが継続できることを検証できる。

### 6.4 サイト接続条件指定

本方式では、サイト接続時に、ネットワークプロパティを利用して最適なサイトに接続できることを検証する。

端末を、アクセスポイントCとアクセスポイ

ント D 両方に帰属できる環境で、メールアプリケーションを立ち上げた場合と、ストリーミングアプリケーションを立ち上げた場合とで実験した。メールアプリケーションを立ち上げた場合、アクセスポイント D に帰属し、ストリーミングアプリケーションを立ち上げた場合は、アクセスポイント C に帰属することを確認することでサイト接続条件指定が動作していることを検証できる。

## 6.5 評価結果

6.2 で述べた設定情報ダウンロードを使うとユーザの入力なしに評価環境内の無線 LAN ネットワークに接続できることを確認した。

6.3 で述べた「サイト内移動のサービス継続性」は、VoIP アプリケーションがサイト内移動の際に通話が継続でき、サイト外移動の際には通話が終了することを確認した。

6.4 で述べた「サイト接続条件指定」が動作することを確認した。メールアプリケーションを立ち上げている端末は、アクセスポイント D に帰属し、ストリーミングアプリケーションを立ち上げている端末は、アクセスポイント C に帰属することを確認した。

## 7 まとめ

本稿では、携帯端末のネットワーク設定情報フォーマットを XML 形式で規定した。XML で表現することによって、設定のデータ構造が構造化でき、設定情報間の関連づけを行える。また、この設定情報をダウンロードすることによって、ユーザの入力の煩雑さを軽減する方法を提案した。

また、アクセスポイントをまとめる形でサイトという概念を定義し、サイト毎にネットワークプロパティをネットワーク設定データに付与することにより、このネットワークプロパティをキーにして接続先を決定することで、アプリケーション/ユーザがもっとも接続を行いたいサイトの自動選択を実現した。

これらの実験環境を構築し、その実験環境下でユーザの入力なしに設定情報を端末にダウンロードし入力できることを確認した。また、サイト

内移動時にサービスが継続できることを確認した。サイト接続条件指定時の動作が正常に行われていることを確認した。

今後の課題としては以下があげられる。

現在の実装では、サイトの選択はアプリケーションからの指示によって行うため、アプリケーション間で接続条件に競合が起こった場合、解決が難しい。この問題にはアプリケーション間で設定した接続条件に優先順位をつけるなど、静的に競合回避の方法を解決しておく必要がある。しかし、メディアストリーミングとメールなど接続ネットワークの特性が異なるアプリケーションが複数動作し、アプリケーション間の接続条件に優先順位をつけることができないシステムでは、ネットワーク接続条件の競合問題を解決する必要がある。

## 謝辞

助成事業の一環として、本研究をご支援くださった独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構に感謝いたします。

## 参考文献

[1] Hewlett Packard , Wireless LAN resources for Linux , [http://www.hpl.hp.com/personal/Jean\\_Tourrilhes/Linux/Wireless.html](http://www.hpl.hp.com/personal/Jean_Tourrilhes/Linux/Wireless.html)

[2]Jean Tourrilhes , Venkey Krishnan , Co-Link configuration: Using wireless diversity for more than Connectivity , <http://www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-258.pdf>

[3]NTT , 電子価値流通プラットフォーム <http://www.ntt.co.jp/news/news03/0303/030324.html>