

# 携帯端末利用者のための会議・授業の支援システム ーポータブルクラウドー

樋高想士<sup>†1</sup> 山之上卓<sup>†1</sup> 小田謙太郎<sup>†1</sup> 下園幸一<sup>†1</sup>

携帯端末利用者のための会議・授業の支援システム、ポータブルクラウド、について述べる。これは持ち運び可能なケースにコンピュータクラスターと無線 LAN アクセスポイントとネットワーク機器などのハードウェアを組み込み、これに、ルータ、ファイル共有システム、実時間画面共有システム、双方向実時間スライド共有システムなどのソフトウェアを導入したものである。本システムを研究会や勉強会や我々のゼミで半年以上運用し、改良を続けている。

## A meeting/class support system for mobile terminal users -Portable Cloud-

SOSHI TETAKA<sup>†1</sup> TAKASHI YAMANOUÉ<sup>†1</sup>  
KENTARO ODA<sup>†1</sup> KOICHI SHIMOZONO<sup>†1</sup>

### 1. はじめに

近年、ノートパソコンだけでなく、スマートフォンなどの情報端末を所有している人が増加している。しかし、会議や講習会では未だに会場の前面にあるスクリーンなどを用いて発表することが多い。これは後方からでは文字が見えにくい、声が聞き取りづらいという問題がある。その問題を解決するためにインターネット上で資料を配布するという方法がとられることがあるが、会場では資料のダウンロードに時間がかかるなどと、インターネットへの接続性は必ずしも良好であるとは限らない。これらの問題を解決し、さらに独自の機能を提供できるようにするために「ポータブルクラウド」を試作した[1][2]。本研究では、これを半年以上運用し、改良を行った結果について述べる。

### 2. 概要

本ポータブルクラウドの目的は無線 LAN とモバイル端末を使用した会議を円滑に進めるための様々な機能をハードウェアとソフトウェアを含めた 1 つのパッケージとして提供することである。また、持ち運びを可能とすることで、会議を行う会場にスクリーンやインターネット等の環境がなくても機能を提供することである。

ポータブルクラウドで利用できるシステムや機能として以下のものを考えている。

- 画面共有システム
- スライド共有システム
- ファイル共有システム
- 外部ネットワークへの接続

#### ● キャッシュサーバ

画面共有システムやスライド共有システムを導入することで後方から見た際に文字が見えにくいという問題を解決することができる。また、ファイル共有システムを導入することでインターネットにある資料ファイルをダウンロードするよりも速い速度で資料を配布できる。外部ネットワーク機能を導入することで、もし会議を行う場所でネットワーク接続機能を利用できるのであればそのネットワークへ接続できる。さらにキャッシュサーバの機能で同じファイルをダウンロードする際の負荷を低減し高速化することができる。

現在までポータブルクラウドに、画面、スライド、ファイル共有と外部ネットワークへの接続機能を実装した。

### 3. 関連研究

本研究で使用する携帯端末への可搬型アクセスポイントに類似する関連研究として梶田ら[3]の研究がある。これは学会や会議等でネットワーク接続サービスを提供するためのサーバの研究がなされている。本研究ではこのネットワーク接続サービスに加え、会議用アプリケーションを外部ネットワークへ依存せずにより簡単に提供するための機能を搭載している。

パブリッククラウドはインターネット上のサービスを、利用者が必要な時に必要なだけ利用できるようにしたものであるが、特定のサービスを同時に多人数で利用するためには CDN の利用など、クラウド側の特別な対応が必要となる場合がある。また、パブリッククラウドを会議で利用する場合、その会場のインターネット接続環境が整っていない場合は利用が難しくなる。それなりの遅延が発生するため、そのことに起因する利用体験の悪化が発生する場合もある。パブリッククラウドと異なり、我々は目的を絞っ

<sup>†1</sup> 鹿児島大学  
Kagoshima University

たクラウドシステムを構築し、インターネットへの接続環境がなくても、コンセントにプラグを差すだけで便利に利用できるシステムを構築した。

ε-ARK[4]は大規模災害時等の非常時における自助共助期に資するための情報機器であり、平常時には通常の情報端末として利用可能で、非常時に、データベース、ルータ、アプリケーションゲートウェイ、サーバなどの機能を提供して被災者の情報通信を支援し、公助の時期への橋渡しを行うものである。基本的な機能は携帯クラウドと類似しているが、対象が異なっている。このため、要求される性能は携帯クラウドのほうが高くなる。

ポータブルスパコン[5]はプログラミングコンテストの計算環境増強のため GPU を利用し、それに伴う消費電力の増加を緩和するために考えられたものである。このスパコンは持ち運びできるという面でポータブルクラウドと類似しているが、利用場面がポータブルクラウドと異なる。

Raspberry PI Cluster[6]は ARM の core を 2 つもつ小型コンピュータ Raspberry PI を 3 台組み合わせたクラスタコンピュータであり、家庭 LAN とインターネットを接続するためのゲートウェイや家庭内のファイルサーバとして利用されている。MPI ライブラリも持っており、並列計算にも利用できる。Raspberry PI Cluster と比べて、ポータブルクラウドは大人数の利用者を想定している。

#### 4. ポータブルクラウドの構成と機能

ポータブルクラウドを構成するハードウェアを表 1 に、構成を図 1 に示す。4 台の PC のうち 1 台を内部ネットワークの管理および外部ネットワーク接続用のサーバとするために DNS サーバ、DHCP サーバ、ゲートウェイおよび Captive Portal (後述) の機能を持つ pfSense を導入した。このサーバに有線 LAN ポートを追加し、外部への接続環境があればそれを利用してインターネット等への接続を行えるようにした。残りのサーバは会議の機能を提供するアプリケーションサーバとするためにセットアップを行った。この 3 台のうち 2 台には CentOS を導入し、残り 1 台には Windows 専用ソフトウェアを使用可能とするために Windows 7 を導入した。現在は電源ボタンを押すことでサーバをシャットダウンするが、Windows 7 はシャットダウンに要する時間が CentOS と比較して長いので、シャットダウンを行わずに休止状態にすることで停止までの時間を短縮した。各サーバの操作・システムのアップデートには直接ディスプレイ・キーボード等を接続する方法、または SSH・VNC などを用いて接続する方法がある。

以下にポータブルクラウドに搭載した主な機能を示す。

##### (1) DHCP, DNS サーバ・ゲートウェイ

外部からアクセスする際に各端末に IP アドレスや名前解決機能を提供するサーバである。各サーバとアクセスポ

表 1. ポータブルクラウドに使用した機器

PC	XS35V3L	4 台
スイッチングハブ	LSW3-GT-16NSR	1 台
アクセスポイント	WZR-1750DHP	2 台
外部用有線 LAN ポート	LUA3-U2-AGT	1 台

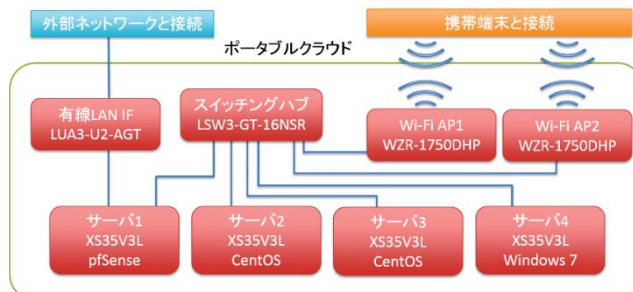


図 1. ハードウェアの構成

イントには固定のアドレスを割り振り、接続するクライアントには動的に IP アドレスを設定する。ポータブルクラウドで NAPT を用いることで、外部のネットワークの影響を受けずに機能を提供することが可能とした。外部ネットワークに接続する際は外部の DHCP サーバから IP アドレスを受け取ることで外部ネットワークへの対応を行っている。また、各サーバには内部ドメイン名を割り当てており、URL を指定する際も扱いやすい文字列で行うことを可能とした。外部の DNS サーバは環境によって同一の ISP が提供する DNS サーバが使用できるとは限らないため、外部 DNS にはこれらの影響を受けない Google Public DNS を使用するようにした。

##### (2) アクセスポイント(AP)

タブレットやスマートフォンなどの携帯端末は無線 LAN のみを搭載していることが多く、有線 LAN のみを提供しても接続できない状態が多々あるためにアクセスポイントを搭載した。ポータブルクラウドではアクセスポイントを 2 台搭載し、多数の端末の接続時に発生する干渉を抑えるために 2.4GHz 帯および 5GHz 帯のそれぞれで異なるチャンネルを設定した。また、5GHz 帯のチャンネルは W56 を使用することにより、屋外でも使用可能とした。

##### (3) Captive Portal

Captive Portal とは内部のネットワークにクライアントが接続する際にユーザの認証を行う、もしくは特定のページにリダイレクトさせるための機能である。ポータブルクラウドではクライアントが HTTP でいずれかの Web ページにアクセスした時にネットワーク使用規約のページを表示し、規約に同意した場合にポータブルクラウドが提供する機能の一覧ページへとリダイレクトさせるために使用している。これにより、ユーザへの規約の表示および、アプリケーションサーバの URL をユーザに通知することなく各アプリ

ケーションへアクセスすることが可能となった。図2に初回接続時に表示される利用規約のページを示す。



図2. Captive Portal による規約ページ

(4) 画面共有システム

画面共有システムとして Distributed Websocket Screen Share (DWSS)[7]を搭載している。DWSSは我々が開発している Web Screen Share(WSS)[8]の負荷分散版である。WSSは Client-Server 型で、HTML5 の Websocket 技術を使用したスクリーンキャプチャ画像を実時間で共有するシステムである。視聴者は Websocket に対応しているブラウザがあればアプリ等をインストールすることなく受信でき、配信者は Java Web Start 技術により1クリックで配信を開始することが可能である。DWSSはWSSのサーバを分散させ、それに接続する複数の Web クライアントを自動的に均等に割り当てる機能を持っている。図3にDWSSの概要を示す。

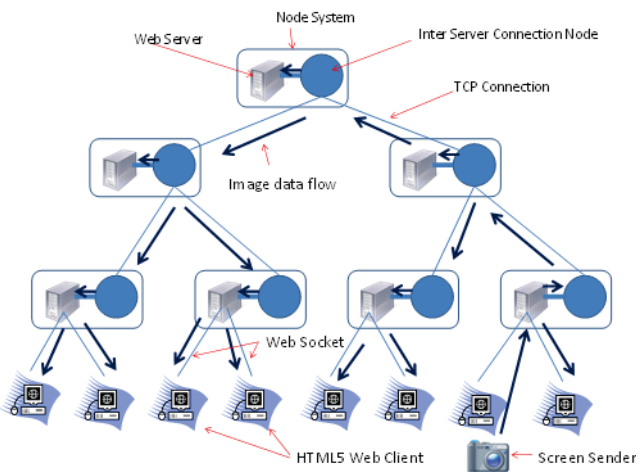


図3. Distributed Web Screen Share (DWSS)の概要

(5) スライド共有システム

スライド共有システムとして Slide+[9]を搭載している。このシステムはコメントや「いいね」を通じて、視聴者が発表者に意見をフィードバックできる視聴者中心の実時間双方向プレゼンテーションシステムである。このシステムを用いることで、発表者が一方的に伝えることしか想定し

ていなかった従来のプレゼンテーションの方法を置き換えることが可能になる。

このシステムはブラウザで配信ページにアクセスするだけで使用できる。そして、配信者が発表しながら、視聴者は前後のページを確認でき、リアルタイムに意思表示を行うことができる。図4にSlide+のスライド配信ページを示す。



図4. Slide+のスライドページ

(6) ファイル共有システム

ファイル共有システムとして ownCloud[10]を搭載している。このシステムはブラウザを経由してファイルを共有するためのシステムである。ユーザごとにファイルをアップロード・ダウンロードするだけでなく、すべてのユーザとファイルを共有できる。FTPなどと異なり、ブラウザのみでファイルの共有が可能のため、スマートフォンやタブレット端末などでもアプリのインストールなしで利用できる。通常、多数人が大容量の資料などを外部からダウンロードしようとする時間が掛かる。これは回線が細い場合に顕著に現れるが、このシステムを利用することにより外部ネットワークへの回線が細い場合や外部に接続できない場所であっても高速にファイルをダウンロードできる。図5にownCloudの画面を示す。

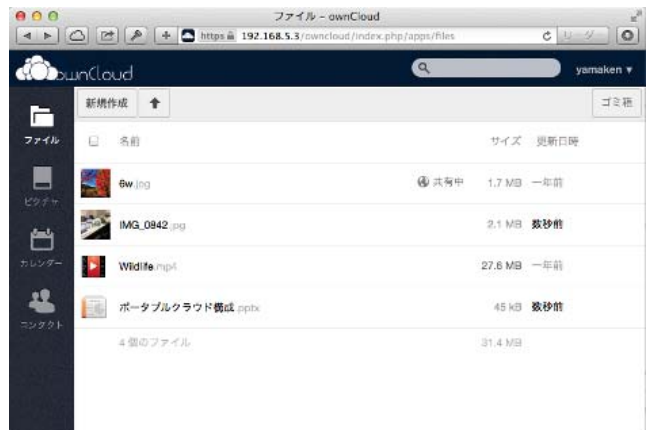


図5. ownCloudの画面



## (7) URL Relay Point

これは短縮 URL を提供するために新規に開発したシステムである。会議等では長い URL を参加者に伝えるのは手間がかかる上に、スペルミスを起こしやすい。それを短いリンクで置き換えることでこれらの問題を解決することができる。代表的な URL 短縮サービスとして bit.ly[11]などがあげられるが、これらはインターネットに接続されていなければ使用できない。本ポータブルクラウドはインターネットに接続していない環境下でも使用することを前提とし、より簡単に利用するために新規にアプリケーションを作成した。これはランダムな文字列だけでなく、任意の文字列にも短縮できる。さらに、内部 DNS サーバと組み合わせることで http://url.rp/abcde などのような URL でアクセス可能とした。図 6 に短縮 URL を生成する画面を示す。



図 6. URL Relay Point の設定画面

以上の機能を搭載したポータブルクラウドの構成を図 7 に示す。これをキャリーバックに搭載することにより可搬性や運用性を高めた。実際にキャリーバックに搭載した状態を図 8 に示す。

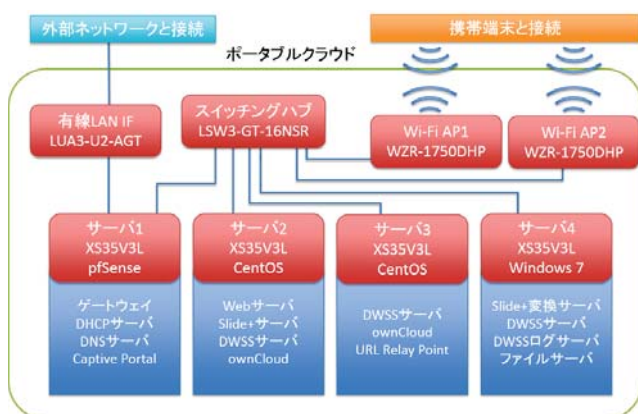


図 7. ポータブルクラウドの構成

## 5. 実際に利用した結果

試作したポータブルクラウドを使って研究室のゼミを実施した。インターネットの利用と DWSS, ファイル配信用



図 8. ポータブルクラウドの中身

Web サーバなどを組み合わせて効果的にゼミを実施することができた。DWSS の利用により、ゼミ参加者全員で、1つのプログラムの同じ部分を閲覧し、議論を行うこともできた。これは従来のプロジェクトの利用では困難であったことである。外部ネットワークやインターネットに接続できなくても DWSS の利用やファイル配信などを行うこともできた。図 9 に DWSS を使用して実際に画面共有を行っているところを示す。

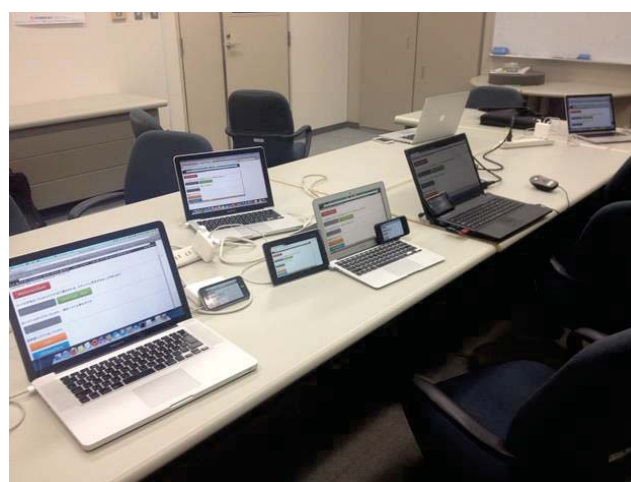


図 9. DWSS を使用して画面共有を行っているところ

インターネット上のサービスではなく、ポータブルクラウドのシステムを使用することで高速で安定したサービスの提供が出来るのか DWSS を用いて評価を行った。DWSS をポータブルクラウドへ搭載したものと、商用 VPS サーバに設置して使用するものの 2 つの実行速度を比較した。

アクセスポイントと PC は同一のものを使用して、送信した画像に対して受信した画像の割合とフレームレート、送信から受信までの遅延時間とその標準偏差を計測した。この計測結果を表 2 に示す。表 2 より、商用 VPS サーバよりもポータブルクラウドの方が高速で安定したサービスの提供を行えることが確認できた。

表 2. ポータブルクラウドと商用 VPS サーバの評価

	ポータブルクラウド	商用 VPS サーバ
受信率(%)	100.0	50.8
フレームレート(fps)	6.17	3.01
遅延時間(ms)	108	598
標準偏差(ms)	41.1	113.9

## 6. 今後の計画

現在は3章「ポータブルクラウドの構成と機能」に示したように4台のPCを用いて構成しているが、機能拡張をする際にPCをさらに追加するのは難しい。そこで、アプリケーションサーバを仮想サーバとして搭載することでキャリアバッグの物理的スペースを空けることができ、さらにサーバの追加を容易にできると考えられる。また、現在外部ネットワークに接続する際に有線LANを使用しなければならないが、外部ネットワークへの接点となるサーバに無線LAN子機を設置することで無線・有線のどちらでも使用可能となる。そして、外部ネットワークへの接点とするサーバにキャッシュサーバを設置すれば外部ネットワークにかかる負荷を減少させることが可能である。今後のポータブルクラウド構成の計画を図10に示す。

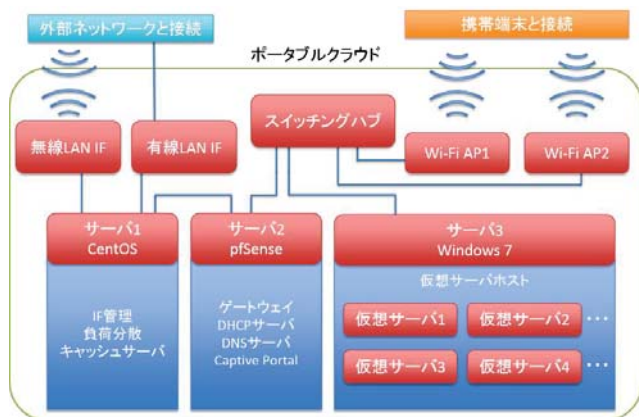


図 10. 今後のポータブルクラウドの構成計画

## 7. まとめ

無線LANとモバイル端末を使用した会議を円滑に進めるための様々な機能をハードウェアとソフトウェアを含めた1つのパッケージとして提供するポータブルクラウドを構築した。これにより、大掛かりなスクリーン等を用いることなく画面共有を行うことが可能となり、資料ファイルの配布に関しても高速に行うことができ、ポータブルクラウドを経由したインターネットへの接続も可能であることを確認した。また、インターネットへの接続ができない場所であっても画面共有とファイル共有機能を提供できることが確認できた。そして、これらを使用している状態でもサーバに余裕があり、消費電力も65W前後に抑えられた。

そしてこのサーバ群に搭載できるアプリケーションであればユーザにサービスとして提供可能である。

- 1) 山之上 卓, 樋高 想士, 小林 幸司, 小荒田 裕理, 片桐 太樹, 小田 謙太郎, 下園 幸一: ポータブルクラウドの試作, 情報処理学会研究報告, IOT[インターネットと運用技術]2013-IOT-22(12), 1-5(2013-07-25)
- 2) 樋高 想士, 小荒田 裕理, 小林 幸司, 片桐 太樹, 有田 修平, 岩城 誠也, 小田 謙太郎, 下園 幸一, 山之上 卓: ポータブルクラウドの試作と利用, 電気関係学会九州支部第66回連合大会(2013).
- 3) 梶田 秀夫, 齊藤 明紀, 増澤 利光: 設定が容易な可搬型の多用途情報コンセントサーバの設計と実装, インターネット運用技術シンポジウム 2003 論文集 p49-54.
- 4) 大野 浩之, 猪俣 敦夫: 非常時の自助共助に資するε-ARK 端末をApple iPhoneで実現するための技術的・制度考察, 情報処理学会研究報告, IOT[インターネットと運用技術]2008(87), 13-18(2008-09-12).
- 5) 渥美 清隆: “ポータブルスパコン制作顛末記”, <http://www.slideshare.net/kalab1998>, as of 2013.6.
- 6) 竹岡 尚三: “My Raspberry Pi”, <http://www.slideshare.net/takeoka1/raspi32>, 2013.5 as of 2013.6.
- 7) 山之上 卓, 杉田 裕次郎, 小荒田 裕理, 小田 謙太郎, 下園 幸一: デスクトップ画像共有システムのためのトーナメントアルゴリズムを使った負荷分散機構, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム論文集, pp.429-434, July 2013.
- 8) 杉田 裕次郎, 小田 謙太郎, 下園 幸一, 山之上 卓: アドホックな環境で利用可能なWebベースの画面共有システム, 電気関係学会九州支部第64回連合大会, (2011).
- 9) 松下 翔太, 小田 謙太郎, 下園 幸一, 山之上 卓: 視聴者中心のプレゼンテーションを可能にするスライド共有システムに関する研究, 情報処理学会情報教育シンポジウム Summer Symposium in Shizuoka 2012 論文集", IPSJ Symposium Series Vol.2012, No.4, pp.201-205, 20-22 (July 2012).
- 10) ownCloud: <http://owncloud.org/>.
- 11) bit.ly: <https://bitly.com/>.