

可搬型無線 LAN システムを利用した 可搬型 TV 会議システムのプロトタイプ

三島 和宏^{†1} 坂田 哲人^{†1} 宮川 裕之^{†1}

本学では、教育研究系システム更新の一環として、WiMAX 回線を WAN 回線として利用するポータブル WiMAX ルータを用いた「可搬型無線 LAN システム」の導入を行った。本システムは、本学教職員ならびに学生が利用可能な無線 LAN システムの一部として 2013 年 4 月に導入、稼働している。本稿では、「可搬型無線 LAN システム」のユースケースとしてプロトタイプ構築した「可搬型 TV 会議システム」について紹介する。本学では、青山キャンパスと相模原キャンパスに各学部、部局等が分散している。このため、両キャンパスからの参加者がいる会議等では事務システムの一環として導入された TV 会議システムを用いての遠隔 TV 会議が行われるケースが少なくない。しかし、これらのシステムで用いられるネットワークは原則として有線 LAN であり、かつ TV 会議システムの設置された専用の部屋と専用の VLAN を利用する。このため、施設の利用状況によっては TV 会議を要する場合でも利用可能な部屋が無いという理由で TV 会議を実施できないケースが発生している。そこで、この状況を打破すべく、可搬型無線 LAN システムと別途情報センターが持つ TV 会議システムを利用し、有線 LAN 配線の位置や特定の部屋に依らず TV 会議を実施できるシステムを検討した。本稿では、方式検討に当たった課題、プロトタイプ概要、実際に利用するに当たった課題等を整理する。本システムの実現により、施設等に制約されず、より柔軟に TV 会議を開会することを可能とした。

Prototype Implementation of Portable Teleconferencing System using Portable Managed Wi-Fi System

KAZUHIRO MISHIMA^{†1} TETSUHIITO SAKATA^{†1}
HIROYUKI MIYAGAWA^{†1}

This manuscript is describing a Portable Teleconferencing System using Portable Managed Wi-Fi System. We introduced a "Portable Managed Wi-Fi System", using a portable WiMAX consumer router, as a part of our academic information system. From April 2013, this system is running as part of an academic wireless LAN system for students and faculty members. In this manuscript, we introduce a prototype "Portable Teleconferencing System" as a use case of "Portable Managed Wi-Fi system". In our university, each faculty, departments, etc. are dispersed in Aoyama campus and Sagami-hara campus. For this reason, we are often held a remote meeting with a teleconferencing system that was introduced as part of the administrative system, such as there are participants from both campuses. However, the network used in these systems requires the Wired LAN network environment, the dedicated room which is installed a teleconferencing system, and the dedicated VLAN network. For this reason, there are situations it is not able to use the dedicated room with the teleconferencing system, even if the remote meeting is needed. Therefore, in order to overcome this situation, we designed and implemented a Prototype Teleconferencing System, regardless of the particular room and a Wired LAN network environment. This system uses our "Portable Managed Wi-Fi System" and "Teleconferencing System". It becomes possible by the implementation of this system, providing more flexible teleconferencing infrastructure.

1. はじめに

青山学院大学（以下、本学）は、学生数 18,000 人、教職員約 2,100 人、9 学部、12 研究科を擁する私立の総合大学である。このほか、学校法人青山学院としては、女子短期大学、高等部、中等部、初等部、幼稚園の付属校を持つ。キャンパスとして、青山キャンパス（東京都渋谷区、人文学系学部・研究科、付属校）、相模原キャンパス（神奈川県相模原市、理工系学部・研究科）がある。

本学では、2013 年 4 月に教育研究系システムの更新が実施され、無線 LAN インフラストラクチャの拡充の一環と

して、「可搬型無線 LAN システム」[1] の導入を行った。本システムは、有線 LAN 配線を前提としない無線 LAN アクセスポイントの提供を目的として、1) キャンパス内のどこでもアクセスポイントが利用できること、2) 適切なユーザ認証が行え、学内指定ユーザに適切に利用させることができること、3) ポータブル Wi-Fi システムでありながら無線 LAN システムの利用状況が把握できること、といった要件を満たすよう、WiMAX 回線を WAN 回線として利用するポータブルルータを用いるものである。

本稿では、この「可搬型無線 LAN システム」の応用として、本システム上で稼働する TV 会議システムのプロトタイプを行った結果について、その構成、実際の使用例、運用に向けた課題などを述べる。

^{†1} 青山学院大学附置情報メディアセンター
Aoyama Gakuin University Institute of Information and Media

2. 「可搬型無線 LAN システム」の概要

本学が導入した可搬型無線 LAN システムの構成を図 1 に示す。導入システムでは、インターネットへの接続性を確保するために、WiMAX 回線を利用するポータブルルータ (NEC アクセステクニカ社製・市販品) を利用する。これに対して、Ruckus Wireless 社製の無線 LAN コントローラと無線 LAN アクセスポイントを組み合わせる形でシステムを実現している。

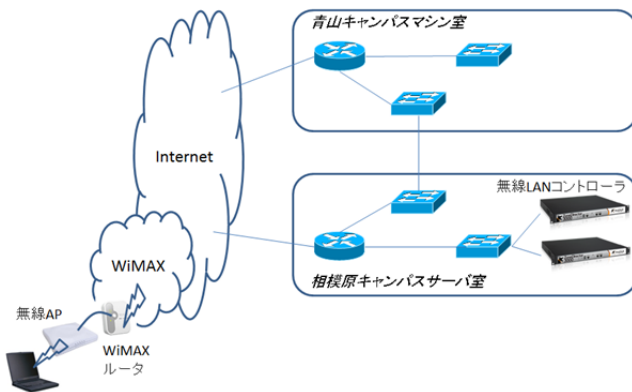


図 1 ポータブル WiMAX ルータを用いたマネージド無線 LAN システム

Figure 1 Overview of our system.

(1) ポータブルルータ (WiMAX)

無線 LAN アクセスポイントならびに無線 LAN クライアントに対してネットワーク接続性を提供するために用いられる。無線 LAN クライアントからの通信は、ポータブルルータの WAN (WiMAX 網) 側からインターネット網に向けて行う。また、本ポータブルルータは、無線 LAN アクセスポイントと無線 LAN クライアントに対して、DHCP による IP アドレス割り当て機能と DNS クエリのプロキシ機能を提供する。

(2) 無線 LAN コントローラ

無線 LAN アクセスポイントの集中管理と制御を行うためにサーバ室に設置される。また、ポータブルルータは直接的にインターネット網と通信を行う。コントローラとアクセスポイントの間では認証情報をやりとりする必要があるため、アクセスポイント-コントローラ間は、LWAPP (Lightweight Access Point Protocol) を用いてトンネル化し、アクセスポイントの集中管理と制御を行う形となっている (図 2)。認証を行う際は、外部認証サーバとして学内に設置した Active Directory サーバを参照する。

(3) 無線 LAN アクセスポイント

ポータブルルータ単体では集中管理や利用状況把握等に対応できないため、無線 LAN アクセスポイントもコン

トローラによって管理できるものを利用する。無線 LAN アクセスポイントは、先述したポータブルルータに接続され、DHCP により IP アドレスの取得を行った後、コントローラと通信し、動作に必要な設定情報を自動取得する。本無線 LAN アクセスポイントからは、認証ユーザ用 ESSID とゲストユーザ用 ESSID を送出する。

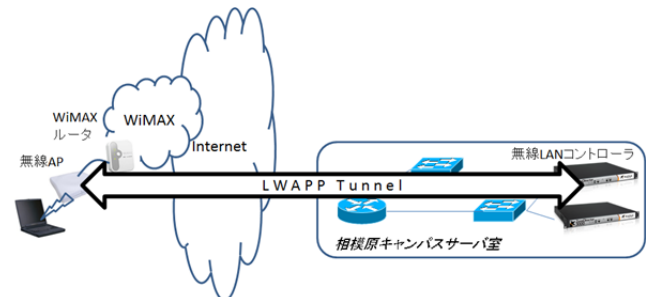


図 2 アクセスポイントとコントローラ間の通信
Figure 2 Communication between Wireless LAN Access Point and Controller.

本システムをエンドユーザが利用する際は、ポータブルルータと無線 LAN アクセスポイントを一式として組み合わせた可搬型無線 LAN アクセスポイントキットとして利用する。図 3 に、貸出を行う際のアクセスポイントキット一式を示す。

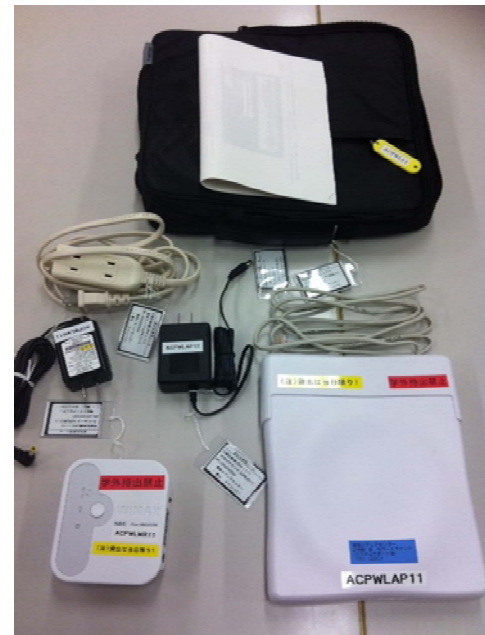


図 3 可搬型無線 LAN アクセスポイントキット
Figure 3 Portable Wireless LAN Access Point Kit.

3. 本学での TV 会議システムの利用の現状

3.1 TV 会議システムの利用状況

本学では、青山キャンパスと相模原キャンパスの 2 キヤ

ンパスに地理的に分散してキャンパスが配置されていることから、キャンパス間での遠隔授業や遠隔会議等での利用を想定して、インターネットを通じて利用可能な TV 会議システムが複数導入されている。導入システムとしては、我々情報メディアセンターが導入し遠隔授業で利用しているものの他に、大学施設部門が導入しているもの、各学部が独自に導入しているものなどがある。これらは、キャンパスネットワークを通じて、物理接続されており、原則としてグローバル IP アドレスを割当て、接続に利用している。(一部、事務部門が導入しているものは、事務ネットワークを通じて利用するため、プライベートアドレスを持つものも存在する)

我々情報メディアセンターは、両キャンパスに拠点をもち、スタッフも分散配置されているため、キャンパス間でのコミュニケーション環境構築は非常に重要な要素となっており、早い段階で TV 会議システムを導入し、センター会議や遠隔授業などで利用してきている。図 4 に示すように情報メディアセンターが開講する情報基礎教育科目である「情報スキル II」においても TV 会議システムを用いた遠隔授業形式が用いられており[2]、これらの環境はすでに必要不可欠な物となっている。

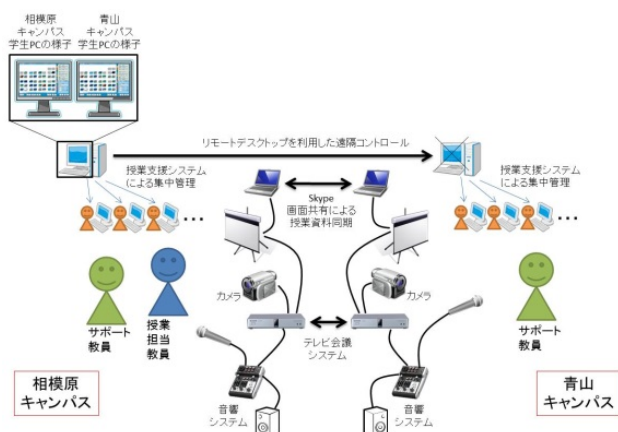


図 4 情報スキル II における TV 会議システムの利用
 Figure 4 Use case of TV conference system for the IT lecture class - "Information Skill 2".

このような中、TV 会議システムに対する需要とともに、システム利用に際しての課題も明らかとなってきた。

3.2 課題 1 : 物理ネットワークにおける課題

以前報告した文献内でも述べたが、本学の持つキャンパスは、長い歴史を持つ青山と 2003 年度に開設した比較的新しい相模原の 2 つの特徴を持つ。相模原キャンパスでは、開設当時よりネットワークに関する考慮が行われていたため、各建物には EPS、建物間には光ファイバでのワイヤリングが実施されており、比較的有線 LAN を引き回すことが容易にできる。しかし、古い建物も多く存在する青山キ

ャンパスでは、建物間の LAN 配線が存在しない建物や建物内の LAN 配線が行われていない建物など、有線 LAN 自体が困難な場所も存在する。また、本学特有のポリシーとして、各室の情報コンセントにはポートベース VLAN の端点を置く(情報コンセントではタグ付き VLAN を用いない)というものがああり、すでに他の用途にて情報コンセントが全て利用されている場合は、新たなネットワーク配線を行わなくてはならないという事情もある。TV 会議システムは近年急速に利用されるようになってきたこともあり、当初不要であったため、情報コンセントに空きが無く、設置するための配線が困難なケースが出てきている。

3.3 課題 2 : 据え置き機器ゆへの課題

これまで、TV 会議システムは比較的大きさも大きく、表示するためのモニタも必要とするため、据え置き機器として利用するケースが一般的であった。現状でも、TV 会議システムは、大型モニタとともに部屋の備品として据え置かれて利用されるケースが実際に多い。本学でも、施設部門が導入する機器は、教室や会議室を決め打ちし、その部屋の設備として設置し、利用する場合はその部屋を決め打ちで利用する形となっている。しかし、このような状況では、機器が設置された部屋が利用できなくなると、一切 TV 会議システムを利用した活動ができなくなるという問題に直面する。今回、本稿のようなシステムを検討するに当たった直接的な要因は、ネットワークとしての課題と言うより、このような施設的な面も大きく影響している。

4. 「可搬型無線 LAN システム」を利用した「可搬型 TV 会議システム」

近年、TV 会議システムだけでなく、映像・音声の表示を行う機器の小型化が進んでおり、TV 会議を行うための機材は多少の煩雑さは残るものの可搬に耐えるものが増えてきている。そこで、前述した課題を解決するべく、我々は、可搬可能な機材のみを利用し、さらに、ネットワーク環境も可搬可能な「可搬型無線 LAN システム」を応用することで、「どこでも」利用可能な TV 会議システムの検討を行った。

IP 網を通じた映像・音声コミュニケーションでは、通信相手を見つけることが重要な要素となる。TV 会議システムでは、IP アドレスを固定化することにより相手を判別しやすくしたり、SIP や H.323 などのシグナリングプロトコルとディレクトリシステムを用いて相手を認識したりする。本システムでは、SIP サーバや H.323 サーバといった事前のレジストリシステムの準備は考えず、IP アドレスの固定化により相手の判別を行う。本システムが前提とする可搬型無線 LAN システムでは、端末の IP アドレスはポータブル WiMAX ルータの DHCP サーバ機能により付与されるた

め、常に固定のアドレスを割り振ることが難しく、さらには、ポータブル WiMAX ルータの NAT 機能を経由して通信を行うため端末同士での直接通信もそのままの状態で行うと困難となる。実際に、単にポータブル WiMAX ルータに接続しただけでは、NAT 機能を経由した SIP INVITE 要求は相手端末までは到達するものの、移動拠点に対しての SIP TRYING 要求が到達しないため、SIP での発呼が成立しなかった。

そこで、本システムでは、図 5 に示すように拠点間ルータを可搬型システム側（移動拠点側）とキャンパスネットワーク配下にあるサーバ室側にそれぞれ設置し、これらルータ間を L2TP トンネルで結び、可搬型無線 LAN システムのクライアント側配下をキャンパスネットワークの一部として認識できるようにすることで端末間通信を可能とした。

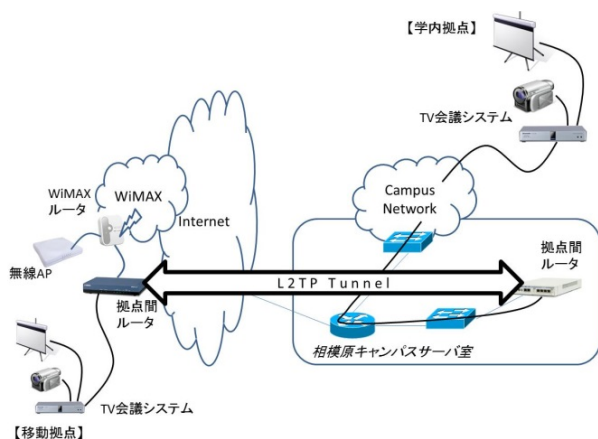


図 5 可搬型 TV 会議システムの構成

Figure 5 Overview of the Portable Teleconferencing System.

今回プロトタイプ実装を行った可搬型 TV 会議システムのハードウェア構成を表 1 ならびに表 2 に示す。本システムでは、すでに報告している「可搬型無線 LAN システム」の構成機器である“ポータブルルータ”ならびに“無線 LAN アクセスポイント”に加えて、クライアント側ネットワーク（移動拠点側ネットワーク）をキャンパスネットワークの一部とみなし学内端末との間で通信を行わせるための“拠点間ルータ”，「TV 会議システム」としての“会議システム”，“ビデオカメラ”，“プロジェクタ”の各機器で構成される。

表 1 可搬型システムの構成

Table 1 Hardware specification of our system.

機器	製品名
ポータブルルータ	NEC アクセステクニカ Aterm WM3450RN
無線 LAN AP	Ruckus Wireless Zone Flex 7363
拠点間ルータ	Yamaha RTX1100
TV 会議システム	Panasonic KX-VC600
ビデオカメラ	Sony HDR-CX590
プロジェクタ	BenQ MP512

TV 会議システムである KX-VC600 は、呼制御に SIP を利用しており、HDMI 出力可能なビデオカメラを接続することで最大 1080i までの解像度で TV 会議を行うことができる。また、通信制御機能を有し、500Kbps から 9Mbps の範囲にて HD 品質での映像・音声伝送を可能とする。可搬型無線 LAN システムは、対外線として公衆 WiMAX 網を利用する。通信帯域としては利用可能なスペックを有しているが、実際の利用時のネットワーク状況と画面品質との関係についてはまとめて詳説する。

また、TV 会議の映像・音声の表示には、HDMI 入力可能なプロジェクタを用いることにより、より可搬性を高めるようにしている。これらの機器はいずれも大きさ・重量ともにさほど大きくなく、全ての機器を 1 人ないしは 2 人で可搬できる程度の機器構成である。

表 2 に示したサーバ室側の拠点間ルータは、表 1 に示した拠点間ルータと L2TP にてトンネル通信が可能な機器を用いている。

表 2 サーバ室側拠点間ルータの構成

Table 2 Hardware specification of Terminal Router.

機器	製品名
拠点間ルータ	NEC IX2010

図 6 に、実際に通信を行う際の流れを示す。それぞれの流れの詳細に関しては後述する。移動拠点側の拠点間ルータは、可搬型無線 LAN システムのポータブルルータに接続すると同時に本学サーバ室に設置した拠点間ルータと VPN 接続を行い、トンネルネットワークを構成する。サーバ室側拠点間ルータでは、静的 NAT を構成しており、キャンパスネットワーク側のグローバル IP アドレスと拠点間ルータ配下のローカル IP アドレスとの間でアドレス変換を行う。これにより、学内・学外から可搬型無線 LAN システム内にある TV 会議システムに対して直接的に通信を行うことを可能としている。

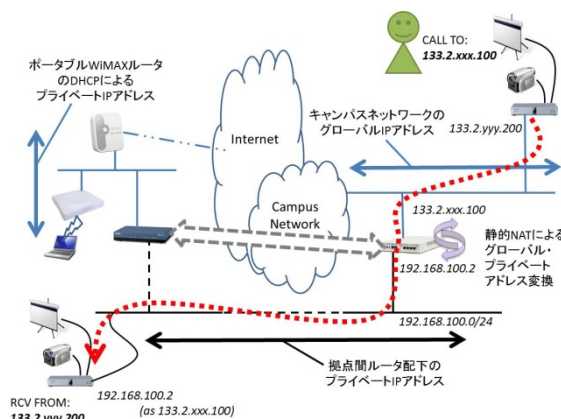


図 6 実際の通信の流れ

Figure 6 Flow of the inter-system communication.

1. 可搬型無線 LAN システムの“ポータブルルータ”に移動拠点側の拠点間ルータを接続する
2. 移動拠点側の TV 会議システムをセットアップする
 - IP アドレスは拠点間ルータに割り当てたローカル IP アドレス(192.168.100.2)を用い、TV 会議システムには静的 NAT に対応した設定を投入する.
3. 可搬型無線 LAN システムと可搬型 TV 会議システムの電源を投入する
 - これにより通信が開始し、拠点間ルータ間に L2TP トンネルが構成され、キャンパスネットワークの一部として移動拠点側のネットワークが設定される.
 - サーバ室側の拠点間ルータの静的 NAT 設定により、可搬型 TV 会議システムにキャンパスネットワークのグローバル IP アドレス(133.2.xxx.100)が割り振られた状態と同様の状態となる.
4. 学内拠点側の TV 会議システムから移動拠点側の TV 会議システムに対して SIP 発呼する
 - この際には割当を行ったグローバル IP アドレス(133.2.xxx.100)を用いる. 逆方向の通信も可能.
5. すでに構成された L2TP トンネルを通じて各 TV 会議システム間がメディア(RTP)通信を開始する

5. まとめ

本章では、本稿のまとめとして、実際に TV 会議システムを利用した際の状況、ならびに今後の課題について、それぞれ述べる。

今回プロトタイプ実装した可搬型 TV 会議システムを実際の会議にて使用している様子を図 7 に示す。本会議は、2013 年 11 月 22 日・29 日に本学会議室にて実施されたもので、2014 年度導入予定の認証システムリプレースに関する会議であり、青山キャンパスと相模原キャンパスを結び、本学教職員ならびに導入事業者がそれぞれのキャンパスに分散し参加した。移動拠点側機器は青山キャンパス側に設置し、図 5 に示した構成にて接続している。

表 3 WiMAX 通信状態と画面状況

Table 3 Display quality with WiMAX communication quality.

WiMAX 品質	画面品質
低 (アンテナピクト 0 本)	映像・音声は構成できず
中 (アンテナピクト 1 本)	やや解像度・フレームレートが落ちた状態だが、音声は問題なし
高 (アンテナピクト 2 本) ~	映像・音声ともに問題なし (ただ、有線 LAN 接続時の品質までは表示できず)

表 3 に使用時の通信状態と映像・音声の状況を定性的にまとめる。WiMAX の通信状態が悪化すると、映像にブロッ

クノイズが発生し、かつ、音声もノイズが乗るため、画面ならびに音声は構成できない状況となった。しかし、モバイルルータを窓際に設置することで会議には問題の無い品質での TV 会議が可能であることが確認できた。

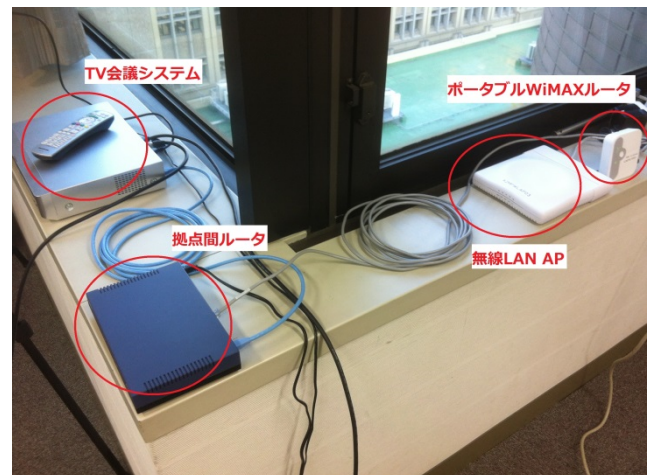


図 7 可搬型 TV 会議システムセット

Figure 7 A set of Portable Teleconferencing System.

本稿では、可搬型無線 LAN システムの応用事例として、TV 会議システムを可搬し、「どこでも」会議を構成できるシステムのプロトタイプングを行った。本稿で挙げたシステムでは、可搬型無線 LAN システムの他、通常の TV 会議システムと移動拠点・サーバ室にそれぞれ設置した拠点間ルータによりトンネルネットワークを構成し、あくまでもキャンパスネットワークに接続されたシステムかのように利用可能な TV 会議システムを構築した。本システムの実現により、施設等に制約されず、より柔軟に TV 会議を開会することを可能とした。

本システムにおける今後の課題として、1) 実使用における課題としての通信品質と映像・音声状況に関してのさらなる調査を行うこと、2) TV 会議システム以外の用途を検討し実現していくことが考えられる。本稿では、プロトタイプングとして実装したが、今後、広く学内の会議や授業等での応用を検討していきたいと考えており、さらなる成果が上がった際には再度報告したい。

参考文献

- 1) 三島和宏, 坂田哲人, 宮川裕之: ポータブル WiMAX ルータを用いた可搬型マネージド無線 LAN システムの構築, 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(4), pp.1-5 (2013)
- 2) 三島和宏, 山下祐一郎, 加藤暢恵, 中鉢直宏, 宮川裕之: 実習を伴う情報基礎教育科目の同時多キャンパスでの遠隔授業化とその実践・体制, 平成 25 年度教育改革 I C T 戦略大会, E-10 (2013)