

タブレット端末を持ち込むことを想定した BYOD 型 PC 教室の検討

中國真教^{†1} 小宮峻輔^{†2} 櫻田ユカリ^{†2} 藤村丞^{†1} 奥村勝^{†1} 伊佐和隆^{†3}

概要：コンピュータ教室を整備するための費用の増大は大学にとって大きな課題の一つとなっている。そこで筆者らは、BYOD (Bring Your Own Device) の考え方を取り入れ、コンピュータ教室の整備におけるコストを削減しながら、従来よりも充実した教育環境を実現するための方法を検討した。従来の PC 教室のように端末一式が提供されるのではなくモニタ、キーボード、マウスだけが提供され、これらのデバイスと学生自身が持ち込んだタブレット端末を組み合わせることで、デスクトップ端末として使用できる BYOD 型 PC 教室のプロトタイプを構築し、プログラミングの授業を試行した結果について報告する。

キーワード：BYOD, タブレット端末, PC 教室, 仮想デスクトップ

Prototype of a BYOD-style Computer Lab Using Tablet Terminal

MASANORI NAKAKUNI^{†1} RYOSUKE KOMIYA^{†2} YUKARI SAKURADA^{†2}
SHO FUJIMURA^{†1} MASARU OKUMURA^{†1} KAZUTAKA ISA^{†3}

Abstract: It is becoming one of big issues for universities to deal with the increasing cost for preparing computer lab. To address this issue, we adopted an idea, so called BYOD (Bring Your Own Devices), and discussed how to introduce the more enhanced educational settings than before, while streamlining the cost of maintaining the computer lab in a good state. We reports the result of trial programming courses performed by setting up the prototype of the BYOD-style computer lab, in which only monitors, keyboards and mouses are provided, combined with tablet terminals students bring in on their own, enabling desktop terminals, unlike conventional PC classes, in which complete sets of computer terminals are provided.

Keywords: BYOD, tablet terminal, computer lab, virtual desktop

1. はじめに

大学などの多くの教育機関では、大学の規模や学生数に応じてコンピュータとそれを収容する PC 教室を整備し、コンピュータに関わる教育全般を実施するための環境を整備している。筆者らが所属する福岡大学においても、図 1 のような PC 教室を学内に多数整備し、教育や研究のために学生や教職員に提供している。PC 教室を利用する場面は、コンピュータリテラシ教育のみならず、高度な専門性を養う授業にも利用され、例えば、技術者を育成するために CAD (Computer Aided Design) ソフトウェアの使い方を学ぶ授業が行われたり、コンピュータプログラミングを学ぶ授業が行われたりすることがある。現在では、授業の履修登録の手続きがオンライン化され、PC 教室のコンピュータがその手続きのために利用されたり、就職活動のために利用されたりするなど、教育のあらゆる場面でコンピュータが多く使われているが、その一方で、このような施設を整備し、維持する費用についての課題を抱える大学は多い [1-3]。



図 1 福岡大学に整備されている PC 教室の例
Figure 1 Sample of computer lab in Fukuoka University.

2. PC 教室の整備における課題

教育や研究を推進するなかで PC 教室の存在は重要であることは言うまでもなく、利用のピーク時には、空いているコンピュータが少なくなることによって不満の声があがっている。その一方で、時期や時間帯によっては、PC 教室がほと

^{†1} 福岡大学総合情報処理センター
Information Technology Center, Fukuoka University

^{†2} 福岡大学工学部電子情報工学科
Dept. of Electronics Engineering and Computer Science, Fukuoka University

^{†3} シスコシステムズ合同会社
Cisco Systems G.K.

んど利用されていない状況が発生する。例えば、1 時限目と 5 時限目、週の初めと終わりは、それ以外と比べると利用者数は減少する。そのうえ、夜間は PC 教室が閉鎖されるため利用者数は 0 となり、休暇中ともなると授業が開催されないために大学へ足を運ぶ学生数は減少し、PC 教室の利用者数も減少する。このような状況下において、PC 教室が利用されない時間は、1 年間の総時間数である 8,760 時間のうちの 90%を超える可能性があるという試算結果となった。PC 教室を 24 時間 365 日、常に活用することが困難であることは当然であるが、全期間をとおして利用者数が少ないと指摘する声があがることもある。また、夜遅くまで PC 教室を開放して欲しいという要望の声もあるが、夜間に利用者へ PC 教室を開放する際は、万一の事故にも対応できるための保安体制の整備が必要であり、人件費の増大など、いくつかの理由により、開放時間の延長は容易ではない。

そして、福岡大学における教育環境の整備において考慮したい点がある。それは、コンピュータをあらゆる授業のなかで活用し、教育効果を高めることである。あらゆる授業の最中に学生がコンピュータを活用できるようにするためには、学生がそれを常時携帯する必要がある。従来の PC 教室のようにコンピュータの設置が固定化された状況では、あらゆる授業でコンピュータを活用することは困難である。このような点も考慮しながら、コスト削減に主軸を置いた検討ではなく、教育環境の改善に主軸をおいた PC 教室の整備を検討したいと考えている。

利用面と運用面、それぞれの課題を同時に解消することは、少なくとも現在の整備形態のままでは容易ではないと考えられる。そこで、いくつかの大学で行われている「パソコン必携化」を手掛かりに、福岡大学において理想的な PC 教室の整備について検討した。

2.1 各大学におけるパソコン必携化の状況

国立、私立の別を問わず、パソコン必携化を始める大学は徐々に増加している状況である。しかし、その取り組みの効果を十分に得るためには、それに付随する様々な取り組みも必要となる。その代表例として、次のようなものがあげられる。

- ① 無線 LAN の整備
- ② 電源コンセントの整備
- ③ パソコンを学内で使用するための講習会の開催
- ④ パソコンに不具合が生じた際の回復支援の体制整備
- ⑤ パソコンを忘れた学生に対するパソコンの貸し出し

これらの取り組みのなかには、大きなコストを伴うものもあるため、コスト削減を主眼においた取り組みでは、その目標を十分に達成できない可能性がある。実際に、コスト削減には結び付いていないという声が、パソコン必携化

を実施した大学から聞かれる状況である。

2.2 パソコン必携化を実施した大学と福岡大学の比較

福岡大学におけるパソコン必携化の可能性を探るため、既にパソコン必携化を実施した A 大学と福岡大学における教育環境の特徴について比較した。その内容について表 1 に示す。

表 1 教育環境の比較

Table 1 Comparison of education environment.

教育環境	A 大学	福岡大学
学生数	約 19,000 人	約 20,000 人
無線 LAN	キャンパス全域を 広範囲にカバー	講義室を中心に カバー
学生卓上の電源コンセント	基本的に 設置なし	一部の講義室に 設置済み
持ち込みパソコンを利用する講習会	あり	なし
パソコンの不具合に対する支援	不明	正式なサービス ではないが問い合わせには対応
パソコン貸し出し	あり	なし
マイクロソフト包括ライセンスの契約 (MS Office の配布)	あり	なし
ウイルス対策ソフトの配布	あり	あり
自宅と大学の距離	大学周辺のアパートに居を 構える学生が多く、距離は 比較的近い	遠方から通う自宅生が多い

表 1 を見ると、マイクロソフト包括ライセンスの契約の有無が大きな違いとして見て取れる。パソコン必携化には、同ライセンスの契約は無視できないものであると認識しているが、表 1 の末尾にある「自宅と大学の距離」についても、福岡大学にとって重要な判断要素と考える。表 1 の A 大学では、平成 27 年度の入学生に対し、パソコンの画面サイズについては 11.6 インチ程度（もしくはそれ以上）のものを必要最低限のスペックとしており、決して小さなサイズではなく、重量は 1kg を超えるパソコンがほとんどである。A 大学の学生は、県外からの入学者が多いため、大学周辺のアパートに居を構え、大学と自宅までの距離が比較的近いと考えられるため、通学時にパソコンを携帯することに対する負担はそれほど重くないと考えられるが、一方、福岡大学の学生は、県内出身者が多く、遠方にある自宅か

ら公共の交通機関を乗り継いで通学する学生が多く、パソコン必携化は学生にとって大きな負担になることが予想される。そのため、パソコンの重量やサイズには十分な配慮が必要となる。このような教育環境を考慮し、パソコン必携化を推進する場合に検討の価値があると考えたのは、8インチ程度の画面を備えたタブレット端末の必携化である(図2)。タブレット端末であれば、小型かつ軽量であるため携帯に優れている。その反面、画面は狭く、キーボードやマウスを備えていないため、MS Word や MS Excel などを使う基礎教育、CAD を使うような専門教育において、タブレット端末を利用する授業は極めて困難となる。そこで検討したものが、モニター、キーボード、マウスだけを備え、学生が持ち込んだタブレット端末を1本のUSBケーブルで接続するだけでデスクトップ端末化できる「BYOD型PC教室」であり、そのプロトタイプを構築した[4]。そして、実際の授業において、プログラミングの演習を実施した。



図2 8インチ画面を備えたタブレット端末の例
Figure 2 Sample of tablet terminal with a 8 inch display.

3. BYOD型PC教室のプロトタイプの構築

3.1 教室の概要

従来のPC教室とBYOD型PC教室における外見上の違いは、そこで利用するPCの本体が、教室に備え付けられたものか、利用者が持ち込んだタブレット端末か、という違いだけである(図3)。少なくとも、利用者から見た場合、これ以外の違いを感じることは特にないが、BYOD型PC教室では、モニター、キーボード、マウスの3点をUSBケーブル1本で接続するためのドッキングステーションが必要となる(図4)。ドッキングステーションを介してモニターやキーボードなどの各入出力デバイスを相互に接続することで、接続作業を簡略化し、タブレット端末を簡単にデスクトップ端末化できる。実際の接続作業においては、タブレット端末側にドッキングステーションを利用するためのドライバのインストールが必要であるが、ドライバは一度イ

ンストールしてしまえば、それ以降のインストール作業は不要となる。

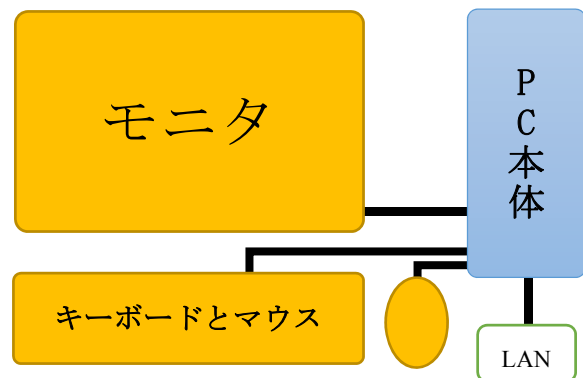


図3 一般的なデスクトップ端末における構成
Figure 3 The standard hardware setup.

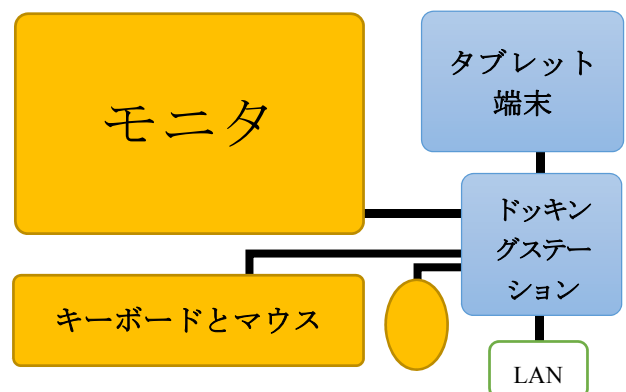


図4 ドッキングステーションを用いたデスクトップ端末
Figure 4 Desktop terminal using docking station.

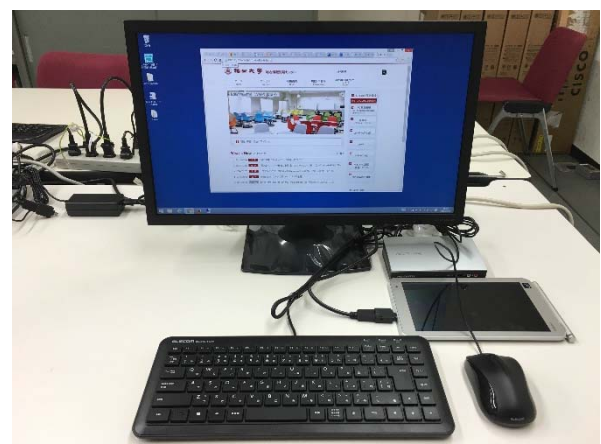


図5 デスクトップPCとして動くタブレット端末
Figure 5 Working as a desktop terminal.

ドッキングステーションを用いるのではなく Miracast や Bluetooth を用いてモニタ、キーボード、マウスをタブレット端末と接続する場合は、接続のたびに複数の操作が必要となるうえ、一つの教室内に Miracast や Bluetooth の電波が複数飛び交うことで、安定した利用ができない恐れがある。そのため、USB ケーブル（有線）での接続を検討した。タブレット端末がデスクトップ端末として稼働する実際の様子を図 5 に示す。

3.2 教室を構成する機材

教室を構成する機材は、表 2 のものを利用した。いずれの機材も市販の製品である。これらを福岡大学内の会議室へ一時的に設置し、PC 教室を模した教育設備を整えた。その会議室は、LAN への有線接続が困難であったため、本学で提供している無線 LAN を利用し、会議室内に持ち込まれたタブレット端末を学内 LAN へ接続した。

表 2 機器の一覧

Table 2 List of hardwares.

種類	メーカー名および製品名
モニタ	アイ・オー・データ機器 20.7 型ワイド液晶ディスプレイ LCD-MF211EB
キーボード	エレコム USB 接続キーボード
マウス	エレコム USB 接続マウス
ドッキングステーション	アイ・オー・データ機器 Multi Docking (MacOS にも対応) USB3-DD2
タブレット端末	東芝 dynabook Tab S68 dynabook Tab S90 dynabook N40/T 富士通 ARROWS Tab Q584/H マイクロソフト Surface 3 pro

3.3 ソフトウェア環境の統一

今回構築した PC 教室のプロトタイプでは、モニタ、キーボード、マウスなどの周辺機器を全台で統一することで、ハードウェア環境は概ね統一を図ることができた。しかし、タブレット端末については複数のメーカーのものを利用したため、PC 本体に相当する部分と、その中に含まれるソフトウェアについては統一ができなかった。このようなこと

は、パソコン必携化を実施した際に必ず遭遇する課題である。そこで、PC 教室のプロトタイプを構築するにあたり、ソフトウェア環境も統一できるよう仮想デスクトップ環境を構築し、それを 2 種類準備した[5-7]。仮想デスクトップを構築した際のハードウェアやソフトウェアの構成については、表 3 に示す。

表 3 仮想デスクトップサービスの概要

Table 3 Overview of virtual desktop service.

種類	内容
サーバ A	ハードウェア Cisco UCS C250 M2 CPU : Xeon x5680 3.33GHz(6core) ×2 MEM : 384GB (8GB×48) DISK : 146GB 15K SAS ×4 LAN : Emulex LPe11002 4Gbps 2port FC HBA 仮想デスクトップ用ソフトウェア VMWare Workstation 11 提供する仮想デスクトップ OS : Windows 8.1 アプリケーション : Microsoft Office 2013 Autocad 123D Design Hot Soup Processor
サーバ B	ハードウェア Lenovo ThinkPad T420s CPU : Intel Core i7-2620M 2.70GHz MEM : 8GB DISK : 256GB (SSD) 仮想デスクトップ用ソフトウェア MS-VDI (Hyper-V ベースの VDI) 提供する仮想デスクトップ サーバ A と同一

3.4 プロトタイプを用いた授業の試行

BYOD 型 PC 教室を運用する際の課題を把握するため、そのプロトタイプを用いて授業を試行した。授業の内容と受講生については次のとおりである。

授業名：情報処理論

受講生：福岡大学法学部学生（3・4 年生）11 名

内 容：Hot Soup Processor を用いたプログラミング演習

期 間：2015 年 12 月～2016 年 1 月（約 2 カ月）

今回の試行では、12月下旬から1月上旬に渡ってBYOD型PC教室を利用した授業を合計3回実施した。その様子を図6に示す。各受講生に対し、そのPC教室を利用する授業の2週間ほど前からタブレット端末を1人1台貸与し、タブレット端末を学生個人の所有物と想定して各学生の自宅に持ち帰ってもらい、約2か月に渡ってタブレット端末を利用してもらった。



図6 BYOD型PC教室における授業の様子
Figure 6 Exercise in the BYOD-style computer lab.

4. 授業の試行結果

4.1 試行内容

授業においては、次の2通りの授業を実施した。

- (1) 単にタブレット端末をデスクトップ端末化した状態で授業を実施する方法
- (2) デスクトップ端末化された各端末から Remote Desktop (Windows に標準装備されたアプリケーション) を用いて仮想デスクトップにアクセスし、共通のデスクトップ環境下で授業を実施する方法

授業の際、表3のサーバAの仮想デスクトップを用いた(サーバBは、10人以上の同時アクセスに耐えられるようなハードウェア構成ではなかったため、サーバAを授業で用いた)。前者の方法で授業を行った際には、Windows Update の差異や受講者独自のカスタマイズにより、各タブレット端末におけるアイコンの位置やメニューの表示などが異なることがあり、授業中の操作説明に苦慮したが、後者の方法で授業を行った際には、全受講者が共通するデスクトップを用いることができたため、操作説明も円滑に実施でき、従来のPC教室における授業と遜色ない授業を実施できた。今回の授業では、無線LANを通じた仮想デスクトップへのアクセスであったにも関わらず、アプリケーションのレスポンスは良好であったため、そのような点でも円滑な授業を実現できた。しかし、授業を実施するなかで、

いくつかの課題が見えてきた。

4.2 BYOD型PC教室における課題

授業などを実施するなかで、いくつかの不都合が発生した。それらを次に列記する。

- (1) ドッキングステーションへ最初に接続する際のドライバインストールなどにおける作業指示の難航

利用するタブレット端末が例え同一機種であっても Windows Update の状況の違いなどにより、ドライバのインストールの手順に若干の差異があった。ドッキングステーションのドライバは、OS に標準で付属していることが望ましいと考える。

- (2) リリースから間もない OS に対するドッキングステーションのドライバの提供遅延

リリースされて間もない OS に対しては、ドッキングステーションのメーカーからのドライバ提供が遅れたり、逆に古い OS に対してはドライバの提供が行われないことがあったりするため注意が必要である。今回利用したドッキングステーションはメーカーから最新 OS 用のドライバは提供されていなかったが、内部の部品を提供するメーカーが提供する最新のドライバを用いることで、この課題を回避できた。

- (3) USB ケーブルの端子部分の破損の恐れ

今回の試行において用いたタブレット端末の USB コネクタは Micro USB が採用されたものがあり、非常に細く小さな端子であるため、コネクタの抜き差しの際に破損してしまう恐れが強く感じられた。

- (4) 授業でタブレット端末を利用している最中のバッテリー切れ

授業で利用する前にタブレット端末を利用していたことが原因で、授業の最中にバッテリー不足となった端末があった。ドッキングステーションに接続中であっても充電を可能にする機能の実装、あるいは、授業の前には充電するなどの対応が必要とされる。

- (5) 授業でタブレット端末を利用している最中の Windows Update の発生

授業中に Windows Update と再起動が促され、うっかりして再起動してしまい、再起動完了までに長い時間を要した端末があった。緊急時を除き、授業中の再起動は控えるなどの指導が必要である。

- (6) CD や DVD の利用

タブレット端末には DVD ドライブなどが装備されていないため、CD や DVD の読み込みが必要な場合は何らかの形でメディアを変換する手段を提供する必要がある。著作権法上あるいは技術上、それが困難な場合もあるため、対策を検討する必要がある。

- (7) タブレット端末の置き忘れ

画面サイズが 8 インチのタブレットは比較的小型であるため、PC 教室から離れる際に置き忘れる可能

性がある。置き忘れに関する対策、万一の盗難に備えた保険の加入など、実際の運用においては技術面以外の検討も必要である。

(8) 保存データの分散化

仮想デスクトップとタブレット端末を併用すると、利用者が保持するデータは両方に分散する可能性がある。そして、タブレット端末を紛失した場合は、情報漏洩に繋がる危険性がある。両方の環境でデータを一括管理し、安全かつ円滑に扱うために、クラウドストレージの活用が考えられる。

(9) 高いグラフィック性能を必要とするソフトの利用

複雑な CAD データを表示したり作成したりするためには、仮想デスクトップを提供するサーバ側やタブレット端末側に高いグラフィック性能が必要となる可能性がある。

4.3 CAD ソフトの利用に関わる懸念

BYOD 型 PC 教室における課題として 9 つを挙げたが、9 番目の課題について検証するための実験を実施した。本実験では、Autodesk 社の 123D Design を利用して CAD データを作成したり、複雑な CAD データを表示したりする実験を実施した。その様子を図 7 に示す。

結果としては、仮想デスクトップとタブレット端末のどちらで 123D Design を操作しても大きな遜色はなく、手元のタブレット端末にて 123D Design を動かした方が若干快適であるという程度の違いであった。サーバ A とサーバ B の両方で本実験を実施したが、両者ともに同様の結果が得られた。サーバ B の MS-VDI は、サーバのハードウェアが非力であるにも関わらず、大きな支障もなく 123D Design を操作できたため、MS-VDI は CAD ソフトの利用における課題を十分に解決できる可能性があると考ええる。

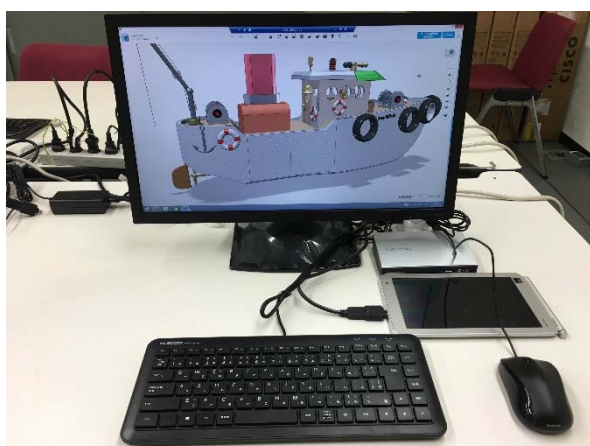


図 7 123D Design を操作する様子

Figure 7 Operation of 123D Design.

5. 追加実験

今回構築した BYOD 型 PC 教室用の仮想デスクトップは、学内のみならず、自宅などの学外からも利用できるものであるため、可能な限りサービスを拡大し、利用者数増加を図りたいと考える。そこで、今回の BYOD 型 PC 教室の検証に加え、自宅からの仮想デスクトップの利用についても検証した。

5.1 自宅から大学の仮想デスクトップを利用する実験

遠方から福岡大学へ通学する学生にとって、自宅から PC 教室と同一の環境を利用できることが大きなメリットとなりうる。このようなメリットを十分に享受できる可能性を探るため、筆者の自宅にもモニター、キーボード、マウス、ドッキングステーション、タブレット端末を準備し、福岡大学に設置したサーバが提供する仮想デスクトップを利用する実験を試みた（VPN を経由しない直接接続）。

フルスクリーンで仮想デスクトップを表示しても、学内の BYOD 型 PC 教室での利用とそれほど変わらないレスポンスで動作することを確認でき、123D Design の利用については大きな支障はないことを確認できた。

5.2 Windows Phone から仮想デスクトップを利用する実験

2015 年末以降、Windows 10 mobile が搭載された Windows Phone が各社から次々とリリースされている。各社が競って販売を開始する様子から、今後は、Windows Phone が広く普及する可能性が十分にあると考えられる。そこで、3 機種の Windows Phone（うち 1 台は Continuum 機能あり）を用いて Remote Desktop を利用した仮想デスクトップの利用実験を試みた。その際、キーボードとマウスは Bluetooth で Windows Phone と接続し、モニターと Windows Phone の接続は、Miracast をサポートする Microsoft Display Adapter を用いて東芝 REGZA と接続し、Windows Phone をデスクトップ端末化した。ただし、Continuum 機能が搭載された Windows Phone については、Remote Desktop の画面が REGZA の画面上に表示できないという制限により、Remote Desktop と組み合わせたデスクトップ端末化は実現しなかった。

Continuum 機能が搭載されていない 2 機種から福岡大学の仮想デスクトップにアクセスし、Web ブラウザ、Microsoft Office、123D Design の操作を試みた。これまでの実験で用いたタブレット端末と比較するとレスポンスは劣るが、全く使い物にならないというレスポンスではないことを確認できた。ただし、Windows Phone 上で動作する Remote Desktop では日本語入力機能が有効にならないため、日本語入力には苦慮した。この点を除くと、Windows Phone も BYOD 型 PC 教室や自宅からの仮想デスクトップへのアクセスに活用できる可能性があると考えられる。

6. おわりに

本研究では、学生がタブレット端末を持ち込むことを想定した BYOD 型 PC 教室のプロトタイプを構築し、実際に授業を試行した結果について考察した。高性能化したタブレット端末は様々な用途が期待でき、BYOD 型 PC 教室の有用性が高まると考える。その実現のためには、それに付随する様々な取り組みが必要ではあるが、各取り組みを有機的に結びつけ、教育効果を高めることができるのであれば、パソコン必携化と BYOD 型 PC 教室の提供は決して無駄になることはない考える。

謝辞 BYOD 型 PC 教室のプロトタイプ構築および実証実験のために必要なハードウェアやソフトウェアを提供頂いたシスコシステムズ合同会社様、日本マイクロソフト株式会社様、株式会社アイ・オー・データ機器様、エレコム株式会社様、東芝情報機器株式会社様、富士通株式会社様、実験被験者として協力頂いた学生の皆様に、謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- [1]Robin Rackley, Radhika Viruru, Preparing Teachers for the BYOD Classroom, Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Volume 2014, Issue 1, 2014, pp. 2608-2613.
- [2]Shumate, T, Bring Your Own Device: Benefits, risks and control techniques, SOUTHEASTCON 2014, 2014, pp. 1-6.
- [3]Rahat Afreen, Bring Your Own Device (BYOD) in Higher Education: Opportunities and Challenges, International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science, Volume 3, Issue 1, 2014, pp.233-236.
- [4]Masanori Nakakuni, Hidekazu Yamamoto, Kazutaka Isa, Prototype of a BYOD-style Computer Classroom, Advances in Computers and Technology for Education (11th International Conference on EDUCATIONAL TECHNOLOGIES (EDUTE '15)), 2015, pp. 40-44.
- [5]Cisco Systems, Inc., BYOD in Education, The Cisco Bring-Your-Own-Device Solution for Education: Getting Mobile Devices Simply and Securely Connected, http://www.cisco.com/web/strategy/docs/education/46096_byod_ed_aag.pdf
- [6]Microsoft co., Ltd., Remote Desktop Connection, <http://windows.microsoft.com/en-us/windows7/products/features/remote-desktop-connection>
- [7]Cisco Systems, Inc., Desktop Virtualization Solutions, <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/data-center-virtualization/desktop-virtualization-solutions/index.html>