

工学部第二部電気電子工学科のコンピュータ入門教育における

クラウドコンピューティングの活用

土肥 紳一

東京電機大学 情報環境学部

dohi@chiba.dendai.ac.jp

概要：工学部第二部電気電子工学科の1年生を対象に、コンピュータリテラシーを学ぶ「コンピュータ基礎Ⅰ」と、プログラミングの入門を学ぶ「コンピュータ基礎Ⅱ」の授業で、クラウドコンピューティングを約1年半に渡って活用してきた。コンピュータ教室の情報端末の大半は、ファットクライアントからシンクライアントに置き換わり、ファットクライアントでは体験しなかったシンクライアント固有の特徴が見えてきた。本論文では、体験に基づいたこれらの特徴等について述べる。

1 はじめに

筆者が学生の頃に体験した情報教育は、汎用大型コンピュータをマークカードやパンチカードを使って FORTRAN のプログラムを教わった事が最初であった。その後、TSS(Time Sharing System)の時代が訪れ、電子計算機センターまで行かなくてもプログラムを学べるようになり、スクリーンエディットが行える事に感動した。TSS 端末が沢山並ぶコンピュータ教室が誕生したが、利用が集中すると応答速度が遅くなる重大な欠点があった。その後、PC(Personal Computer)上で動作する OS(Operating System)が開発され、高級言語が利用できるようになり、TSS 端末は PC に置き換わった。LAN(Local Area Network)の普及も始まり、クライアントサーバ方式のシステムが導入され、ファイルサーバ、プリンタサーバ、メールサーバ、web サーバ等の活用が広がった。現在は、これらのサーバを自前で持つことを止め、クラウドコンピューティングの時代に突入した。

本学の情報システムは、2012年4月にクラウドコンピューティングの環境が導入され、その上で教育・研究・事務・図書等のシステムが稼働している。筆者は2001年から本学工学部第二部電子工学科を対象に、「コンピュータ基礎Ⅰ」の授業を担当し、これに加え2002年から「コンピュータ基礎Ⅱ」の授業を担当してきた。本論文では、2012年4月以降、約1年半に渡ってクラウドコンピューティングを体験し、その特徴を述べる。さらに、リモートデスクトップ接続サービス、コンピュータ教室内の環境等についても述べる。

2 工学部第二部電気電子工学科

2.1 受講者の状況について

工学部第二部は夜学のため、社会人の受講者が多い。2006年から筆者が所属する情報環境学部と同様に学費単位従量制を導入し、2008年から電気工学科と電子工学科が電気電子工学科に改編された。受講者は、新入生、再履修者、社会人、他学部聴講生、科目等履修生(本大学以外の者で授業科目を履修希望する者)等、多様化している。授業は火曜日に開講し、2007年までは17:30～19:00の時間帯に、2008年以降は19:50～21:20の時間帯に開講している。授業は、教員1名と院生のTA(Teaching Assistant)が1名で担当する。

2.2 「コンピュータ基礎Ⅰ」について

「コンピュータ基礎Ⅰ」は、2単位の選択科目である。初学者を対象にコンピュータリテラシーの修得を目的とし、前期に開講している。入学人数の減少の影響を受け、2005年から2007年にかけて履修者数が激減した。最近では、60名前後の履修者数であることが図1から伺える。

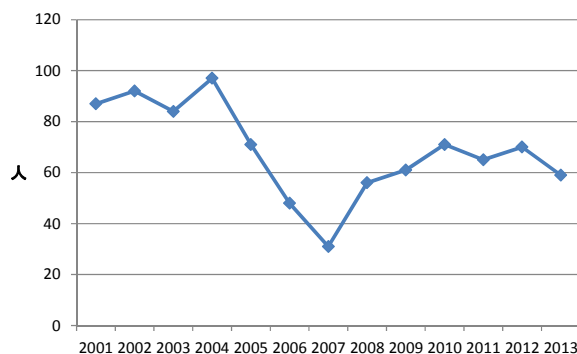


図1「コンピュータ基礎Ⅰ」履修者数の推移

授業の前半は、インターネットの活用を中心に電子メールやネットサーフィンを体験しながら、情報収集手段や情報倫理について学習する。情報倫理は、2008 年から情報倫理デジタルビデオ小品集 2(以下、小品集 2 と略)を取り入れている[1]。中盤は、日本語ワープロ、表計算ソフトウェアの活用によってレポート作成に必要なスキルを身に付ける。授業の後半は、コンピュータグラフィックスを体験し、仮想物体をコンピュータの中に作成する。2013 年からは、「コンピュータ基礎Ⅱ」の準備を目的に、プログラミング入門体験を取り入れた。最後に、これまで学習してきたことを総合的に活用し、各自の web ページを完成する。この様子を表 1 に示す。

表 1 「コンピュータ基礎Ⅰ」の授業内容

第 1 回	ガイダンス。教育システムの利用に関するマナー、小品集 2(著作権、引用)
第 2 回	キーボード練習ソフトを使った、英字、日本語の入力。小品集 2(架空請求、デジタル「万引き」)
第 3 回	電子メールの操作方法、小品集 2(メールでのマナー、プライバシー)
第 4 回	インターネットからの情報収集、小品集 2(ワーム型ウィルス、悪意のあるウェブページ)
第 5 回	Word を使った文書の編集
第 6 回	前回に引き続き、数式等の編集
第 7 回	Excel を使った表計算
第 8 回	表計算と日本語ワープロとの連携
第 9 回	PowerPoint を使ったプレゼンテーション
第 10 回	POV-Ray を使った 3D モデリング等
第 11 回	web ページの作成
第 12 回	Mathematica を使った数式処理
第 13 回	Processing を使ったプログラミング入門体験
第 14 回	web ページの完成
第 15 回	web ページコンテスト

2.3 「コンピュータ基礎Ⅱ」について

「コンピュータ基礎Ⅱ」は、2 単位の選択科目である。初学者を対象にプログラミングの入門を学ぶ授業であり、後期に開講している。授業内容を表 2 に示す。第 1 回目の授業でプログラミング

経験に関するアンケート調査を継続的に行っている。回答者数の推移を図 2 に、プログラミング経験の推移を図 3 に示す。入学者数の減少の影響を受けた 2005 年から 2007 年にかけて回答者数が激減した。図 3 に示す通り、プログラミング経験の割合は、2012 年に「初めて」が過去最高となり、2013 年はこれを更新する結果となった[2]。

表 2 「コンピュータ基礎Ⅱ」の授業内容

第 1 回	ガイダンス。プログラムの入力、コンパイル、実行の方法を学習する。
第 2 回	文字列の表示方法を学習する。
第 3 回	変数を使い、キーボードからデータの入力を学習する。
第 4 回	整数、実数の基本的な演算を学習する。
第 5 回	変数の型、キャストを学習する。
第 6 回	if 文を使い、プログラムの流れを条件によって分岐する方法を学習する。
第 7 回	if 文の入れ子を使い、複数の分岐を学習する。
第 8 回	for 文を中心に繰り返しを学習する。
第 9 回	for 文を中心に、多重ループを学習する。
第 10 回	1 次元配列の概念を理解し、繰り返しと組合わせて活用することを学習する。
第 11 回	1 次元配列の活用として、簡単な成績処理を学習する。
第 12 回	関数の定義方法、引数、戻り値の関係を学習する。
第 13 回	これまで学習してきた例題をもとに、関数の設計を学習する。
第 14 回	総合復習
第 15 回	期末試験

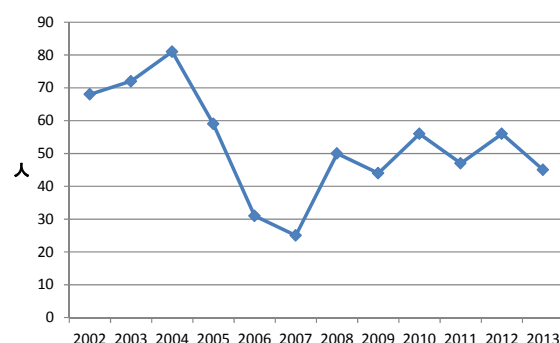


図 2 アンケート回答者数の推移

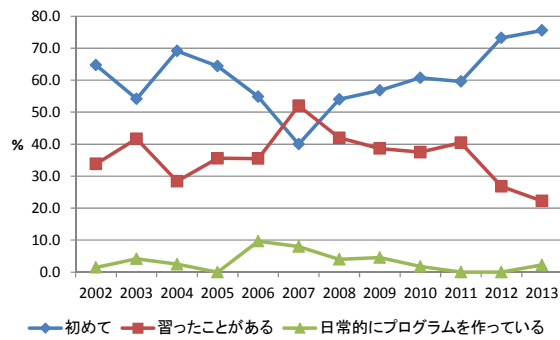


図 3 プログラミング経験(割合)の推移

3 クラウドコンピューティングの導入

3.1 東京千住キャンパスへの移転

2012年4月に北千住駅東口(足立区)に東京千住キャンパスが開校し、工学部および未来科学部の学生約 5000 名が移転した。北千住駅前の様子を図 4 に、各学部のロケーションを図 5 に示す。狭隘であった移転前の東京神田キャンパスから、近代的な東京千住キャンパスに生まれ変わった。学部・学科構成は図 6 に示す。工学部第二部電気電子工学科は、図 6 の左下に位置する。

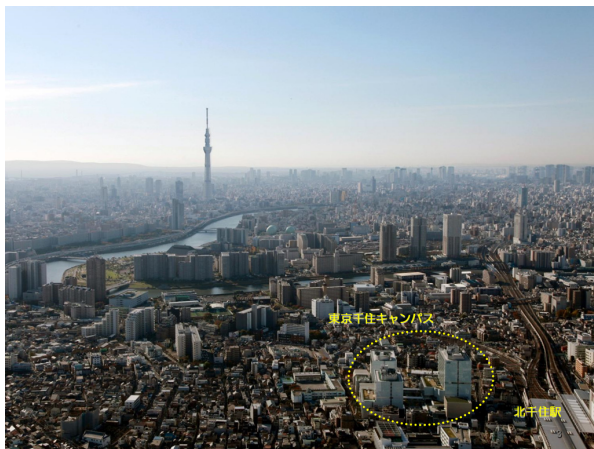


図 4 東京千住キャンパス

各キャンパスへのアクセス

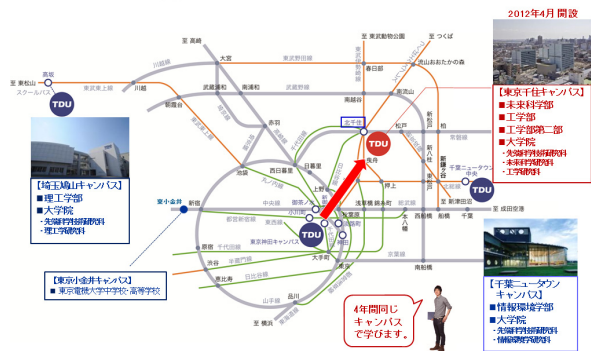


図 5 各キャンパスのロケーション

学部・学科構成

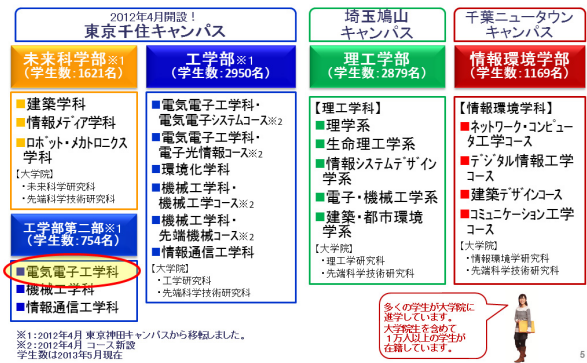


図 6 学部・学科構成

3.2 IC カードによる入退室管理の導入

各建物の入退室にはセキュリティゲートが設置され、学生証を IC カードリーダーにかざして通過する。この様子を図 7 に示す。さらに各教室の出入口にも IC カードリーダーが設置されており、後述する出席に活用する。この様子を図 8 に示す。受講者への掲示はデジタルサイネージの他、学生ポータルサイト(UNIPA)からも確認できる。読み取ったデータは、データセンターへ送られる。



図 7 セキュリティゲートの例



図 8 カードリーダーの例

3.3 プライベートクラウドの導入

クラウドコンピューティングの利用形態に着目すると、パブリッククラウドとプライベートクラウドが存在する。本学が導入したクラウドコンピューティングは、プライベートクラウドになる(以下、クラウドと略)。システム全体の構成を図 9 に示す。VMware View Agent を活用して、情報端末のデスクトップ環境を実現している。データセンターのブレードサーバは PRIMERGY BX920 を、ストレージは ETERNUS DX90 S2 と ETERNUS NR1000 を使用している。

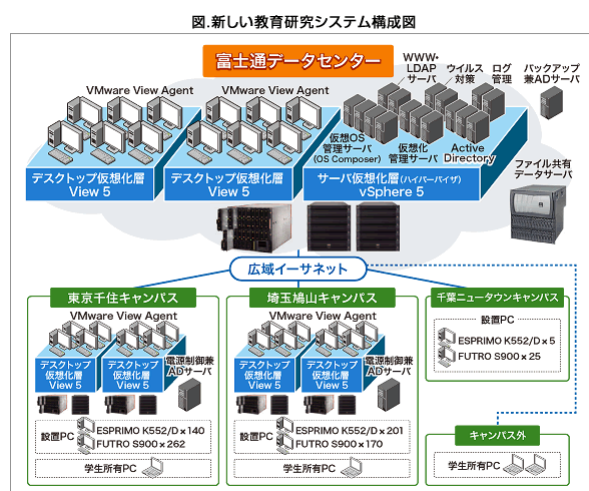


図 9 システム構成図

<http://jp.fujitsu.com/platform/server/primergy/cestudy/tdu2012/>より引用

3.4 情報端末について

コンピュータ教室の情報端末の大半は、シンクライアントに置き換わった。東京千住キャンパスのコンピュータ教室に常設される情報端末の内訳は、シンクライアント(Fujitsu FUTRO S900)が 260 台、ファットクライアント(Fujitsu ESPRIMO K552/D)が 142 台導入された。S900 の様子を図 10 に示す。右端に立っている小さな黒い箱が、シンクライアントの本体である。S900 は、CPU が AMD G-T44R(1.20GHz)、メモリが 2GB、HDD 等はない。シンクライアントから利用するクラウドのデスクトップ環境は、CPU が Intel(R) Xeon(R) X5675(3.07GHz)、メモリが 4GB、Windows 7 Enterprise 64 ビットで動作する。データセンターのブレードサーバ PRIMERGY BX920 は、CPU を Xeon X5675 にカスタマイズしている。

一方 K552/D は、CPU が Intel(R) Core(R) i5-2520M (2.50GHz)、メモリ 4GB、HDD が

320GB、DVD-ROM が付き Windows 7 Enterprise 64 ビットで動作する。K552/D は、CAD などの高速な描画が必要な授業で利用している。



図 10 シンクライアントの様子

4 「コンピュータ基礎 I」での活用

4.1 小品集 2 の閲覧

情報倫理教育は、2001 年から 2007 年にかけて、初回の授業で社団法人コンピュータソフトウェア著作権協会(ACCS)が制作した著作権に関するビデオを閲覧する程度であった。ビデオの内容が陳腐化する中、情報倫理デジタルビデオ小品集が話題となり、2008 年から教育システムの情報端末で小品集 2 を閲覧できるようになった[3]。小品集 2 の再生は、ファットクライアントの方がスムーズであった。シンクライアントでの再生は、映像が間引かれていることが目視でき、ネットワークの帯域による影響が原因と考えられる。一方、音声は途切れることは、体験しなかった。

4.2 メール、Office、web ページ作成の利用

シンクライアントによるメール、ワープロ、表計算、プレゼンテーション、web ページの作成は、ファットクライアントと比較して特筆すべき事は無かった。なお Office2013 は、クラウドでの利用を前提に作られている。

4.3 Mathematica の利用

2001 年頃のファットクライアントは、 π の表示桁数を増やすと計算時間が増える事を体感できた。しかし、クラウドでは桁数を増やしても、一瞬にして結果が出るため、表示桁数を増やしても計算時間の差を体感できなくなった。アニメーション機能を用いて動画を表示した場合は、前述したビデオの再生と同様の問題が発生した。

Mathematica は、バージョンアップが進むにつれ巨大化している。CPU とディスクのリソースが乏しい PC では、スムーズな利用が難しい。このような PC は、後述するリモートデスクトップ接続サービスで利用すると有効活用できる。

4.4 POV-Ray および Processing の利用

コンピュータグラフィックスを体験する目的で、POV-Ray を使っている。レンダリングの処理は、CPU の性能に大きく左右される。クラウドではレンダリングの処理時間よりも、表示結果の転送部分での制約を体験した。

Processing は、後期に開講する「コンピュータ基礎Ⅱ」の受講前に、プログラミングの体験を目的に 2013 年から取り入れた[4]。スケッチブックに絵を描く感覚で、プログラムを試作できる。少ない入力で、プログラムを記述できるため、初学者にとって敷居が低い。draw 関数は、60 回/秒の速さで繰り返す仕様である。マウスの移動に合わせて円を表示するプログラムでは、小品集 2 のビデオ再生と同様に、表示が間引かれる事を体験した。円の表示例を図 11 に示す。

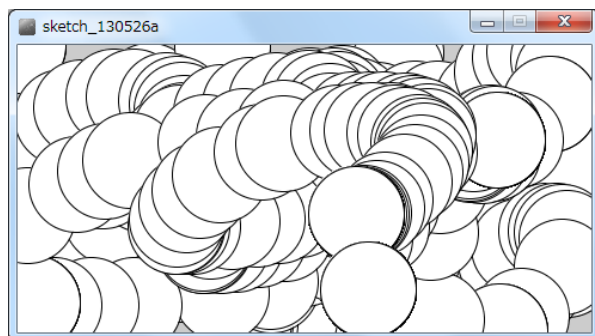


図 11 draw() 関数を使った複数の円の表示

5 「コンピュータ基礎Ⅱ」での活用

5.1 gcc の利用

「コンピュータ基礎Ⅱ」の授業は、C 言語を学ぶ。教科書は「新版 明解 C 言語入門編」を使っている[5]。テキストエディタは、TeraPad を使ってソースプログラムを入力し、コマンドプロンプトで gcc を利用する。ファットクライアントと比較して、特筆すべき事は無かった。

5.2 IC カードによる出席管理

前述した通り、教室の出入り口には IC カードリーダーが設置されている。授業開始前の休憩時間から授業終了までの間に学生証を読み込ませることで、授業への出席が分かる仕組みになっている。

MARCO と呼ばれるシステムが情報を読み取り、数分間隔で現在の出席状況を閲覧できる。「コンピュータ基礎Ⅰ」の授業でも活用している。MARCO で収集した情報は UNIPA と連携し、深夜にバッチ処理され、翌日になると UNIPA から過去の出席状況一覧表を閲覧できるようになる。

5.3 UNIPA を使ったアンケート調査

授業中に理解状況を把握するために挙手を求め、ほとんど手が挙がらない。課題の提出を兼ねて、毎回授業の理解度を調査する目的で、アンケート調査を実施している。2011 年までは、専用のアンケートシステムを活用していたが、2012 年 4 月からは、UNIPA のアンケート調査機能を使用している。理解度調査結果の例を図 12 に示す。

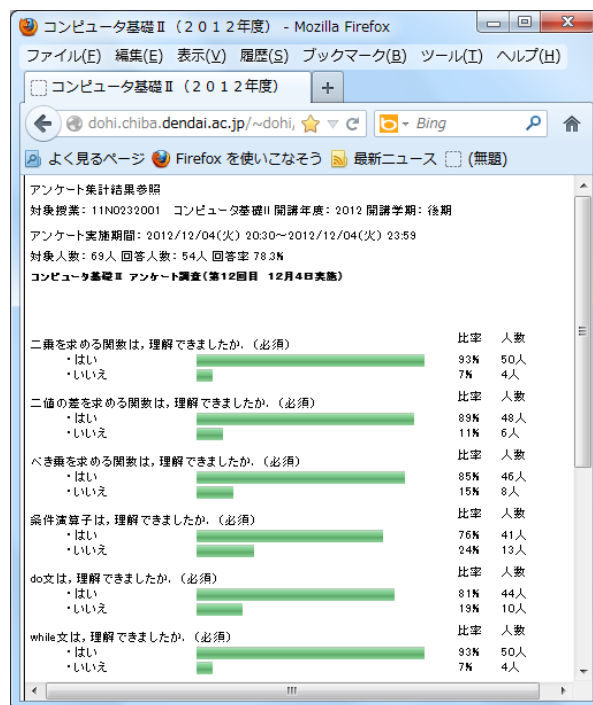


図 12 理解度調査結果の例

理解度調査を目的とした項目に対して、「はい」「いいえ」で回答を求め、集計結果は次の授業の冒頭で講評する。80%の理解度が得られなかった項目については、教授者の指導に問題があったものと判断し、次の授業で補足説明を行う。「コンピュータ基礎Ⅰ」の授業でも活用している。

5.4 入出力一体型のペンタブレットの活用

入出力一体型のペンタブレットは、「コンピュータ基礎Ⅰ」の授業でも活用しているが、特に「コンピュータ基礎Ⅱ」の授業で重宝している[6]。図 13 の右側にある装置が、入出力一体型のペンタブレットであり、左側は教師用のパソコンである。

入出力一体型のペンタブレットは、教授者が利用しているパソコンの画面を表示し、その上にペンで落書きができる。一例であるが、変数とその宣言について説明を行うときは、該当するプログラムを入力しながら、ペンで補足説明を書き加えることができ説明し易い。さらに、書画カメラの映像に切り替える事もできるため、教科書を表示しながら、その上にペンで落書きを行える。もちろん、教科書に直接記述しないので、教科書を汚す心配は無い。書画カメラの様子を図 14 に示す。

入出力一体型のペンタブレット導入の効果を調査するために、2012 年 11 月 27 日の授業で、UNIPA による理解度調査項目に、「ペンタブレットを使った説明（フリーハンドによる描画）は、理解し易いですか」を入れた。調査した結果、「はい」が 45 名(86.5%)、「いいえ」が 7 名(13.5%)あり、大変効果的であることが示された。



図 13 入出力一体型ペンタブレット

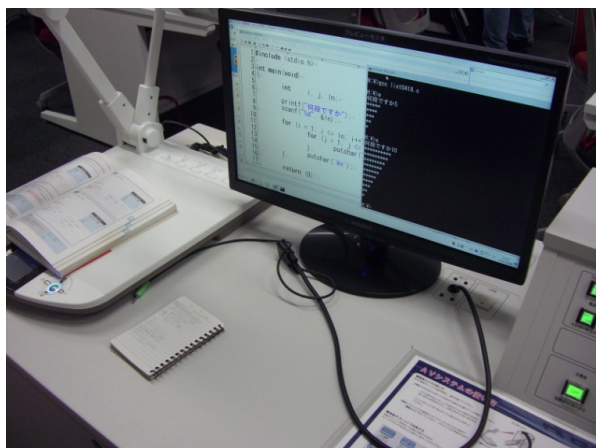


図 14 教材提示装置(書画カメラ)

「ペンタブレットを使った説明は、どのような点で理解し易いですか」に対する主な自由記述は、

「アナログでわかりやすい」「プログラミングの説明を言葉で言っても何をさしているのかがわかりにくいので、それを明瞭にあらわしてくれるペンタブレットは理解の助けになります」「何をノートにメモすればいいかわかる」「教科書のどこに注目したらよいかのわかりやすく、プログラムの流れを理解する補助になります」「言葉だけで聞くだけよりは全然わかりやすい」「図が説明と共に変化するので教科書よりわかりやすい」「先生が喋っている内容が、教科書やプログラムのどの部分のことなのかが一目で分かる所がいいと思います」「読むだけ、聞くだけではイメージが掴みにくいのです。ペンタブレットを使ってもらえると、イメージし易いので、内容を把握しやすい」等の指摘があり効果が示された。

5.5 CO₂を制御する空調の効果

プログラミングの授業は、空調が完備された専用の教室を使うことが多い。コンピュータ教室内の環境は、明るさや気温は容易に把握でき、空調設備の活用によって、温度や湿度は良く制御されている。一方、CO₂濃度は、ほとんど注目されていないのが現実であろう。一般的に CO₂濃度が 1000ppm(0.1%)を超えると、眠気、倦怠感、頭痛、耳鳴り、息苦しさ等の症状を訴えるものが多くなると言われている[7]。大学には数多くの教室が存在するが、1000ppm の濃度を下回る様に制御できているかは疑問である。

図 15 は 2012 年 12 月 11 日に、東京千住キャンパスの「コンピュータ基礎Ⅱ」で利用している PC 教室 1 の温度、湿度、CO₂濃度を測定した結果である。測定はデータロガー(ST-501N)を使用した。授業開始後、CO₂濃度が 1000ppm 近くまで急上昇するが、その後、空調の効果で 900ppm 程度に下がるよう制御されていることが伺える。

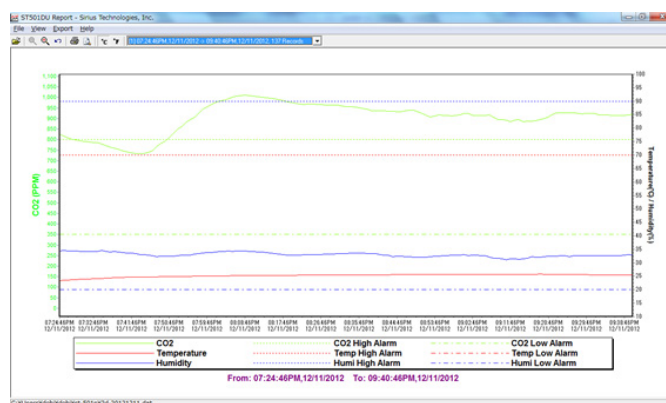


図 15 CO₂濃度の推移(PC 教室 1)

図 16 は、筆者が所属する情報環境学部で開講している「コンピュータプログラミング A」で使用する教室を、2012 年 12 月 5 日に測定した結果である。授業開始後、CO₂ 濃度が 1100ppm 近くまで急上昇し、授業終了まで微増が続いた。

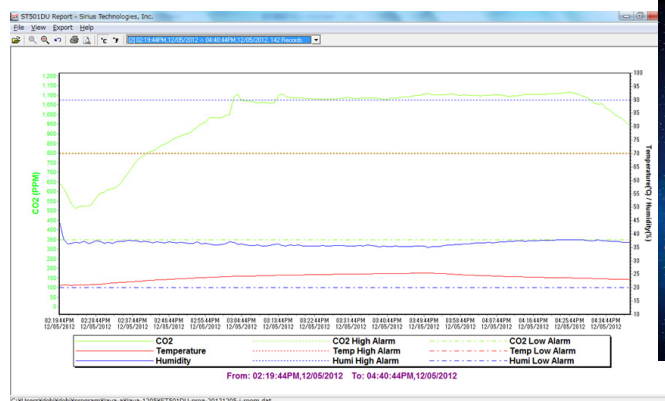


図 16 CO₂ 濃度の推移(i-room)

6 リモート接続の状況

6.1 リモート接続

クラウドの導入によって、シンクライアントはデータセンターの CPU やメモリ等のリソースを遠隔から利用できるようになる。学生所有の PC からは、リモートデスクトップ接続サービス(以下、リモート接続と略)が提供されている。

6.2 Windows 7 からのリモート接続

PC が Windows の場合、VMware View Client を導入する事によって、リモート接続を行える。この様子を図 17 に示す。Windows 7 のウィンドウの一つが、教育システムの Windows 7 として利用できるようになる。

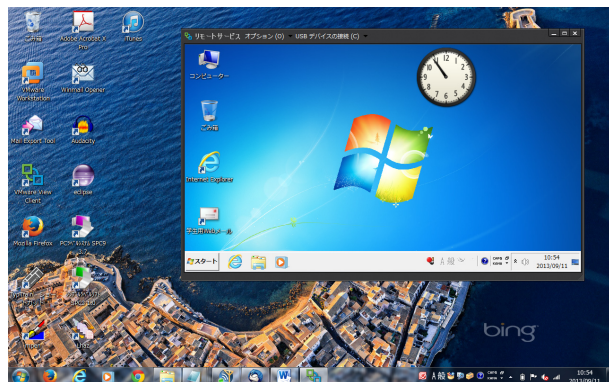


図 17 リモート接続の様子(Windows 7)

6.3 Mac OS からのリモート接続

PC が Mac OS の場合も、VMware View Client

が提供されており、Mac OS 上のウィンドウに Windows 7 のデスクトップを開けるようになる。この様子を図 18 に示す。ウィンドウをフルスクリーンで開くと、Mac が Windows のマシンに変わったような錯覚に陥る。



図 18 リモート接続の様子(Mac OS)

6.4 iOS からのリモート接続

iOS 用には VMware Horizon View Client が提供されており、これをインストールすれば、iPad や iPhone もリモート接続できる。操作性の良し悪しは別として、iOS で Windows 7 のデスクトップを開ける魅力は大きい。残念ながら iOS での利用は、本学のライセンス契約の制限から利用できない。Windows 7 の起動が途中まで進むものの、途中で切断される。この様子を図 19 に示す。今後のサービスの拡大を望みたい。



図 19 リモート接続の様子(iPhone)

6.5 リモート接続の利用状況

リモート接続の利用状況を、表 3 と図 20 に示す。千住、鳩山、千葉は、各キャンパス内からの利用を、学外はキャンパス外からの接続を示したものである。千住と鳩山は、学生数の規模に比例する形でグラフが推移している。千葉は、2012 年

度と比較し、2013年度の方が大きく利用が増加している。導入教育の「カリキュラム計画」の授業で、リモートデスクトップサービスのデモを行ったことが、その要因と考えられる。ログイン後、どのような利用が行われているかは不明であるが、個人で購入の難しいアプリケーションを利用する、宿題のレポートを作成に活用する、履修登録をする、休講の掲示を見る等が想像される。

今後、iOSの利用が可能になると、さらに利用が拡大する事が考えられる。現在、リモート接続は最大ログイン数に制限があるため、そこで頭打ちになる。もっと、増やして欲しいとの声が聞かれる時が、間もなくやって来ることが予想される。

表 3 リモートデスクトップログイン回数
(総合メディアセンターより提供)

	千住	鳩山	千葉	学外	合計
2012年4月	120	76	19	146	361
5月	497	183	13	750	1443
6月	583	270	26	946	1825
7月	624	299	68	942	1933
8月	298	78	50	275	701
9月	497	116	66	337	1016
10月	765	275	112	593	1745
11月	695	250	100	773	1818
12月	694	361	63	772	1890
2013年1月	695	372	60	740	1867
2月	459	207	33	308	1007
3月	217	168	27	244	656
4月	626	234	118	534	1512
5月	790	377	185	899	2251
6月	872	405	172	863	2312
7月	603	283	96	624	1606

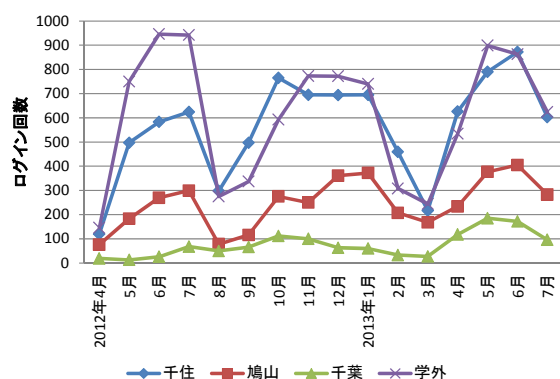


図 20 リモートデスクトップログイン回数
(総合メディアセンターより提供)

7 おわりに

東京電機大学工学部第二部電気電子工学科の学生を対象とした「コンピュータ基礎Ⅰ」および「コンピュータ基礎Ⅱ」の授業から、体験を通じて得られたクラウドの特徴について述べた。今後も、BYOD (Bring Your Own Device)が進むと考えられる。既にどこかの大学で行われているかも知れないが、学内にはシンクライアントを一台も設置しないで、学生所有のタブレット型の情報端末やスマートフォン等の活用も出て来るであろう。先に示した学内からのリモート接続数の多さから、十分、価値のある利用方法と考えられる。さらに運用管理者にとっては、ハードウェアの費用削減効果や運用保守面での人件費削減の効果が期待できる。本論文が、クラウドの導入を検討されている方々にとって、一助となれば幸いである。

謝辞

本原稿の執筆にあたり、東京電機大学総合メディアセンター運用（千葉）担当スタッフの方々から、多くの助言をいただいた事に感謝します。

参考文献

- [1] 中村純，岡部成玄，多川孝央，辰己丈夫，中西通雄，深田昭三，布施泉，村田育也，山之上卓，メディア教育開発センター情報倫理デジタルビデオ小品集2(DVD教材-情報教育教材シリーズ)，2004
- [2] 土肥紳一，宮川 治，今野紀子，工学部二部電気電子工学科におけるプログラミング入門教育の教授の工夫，日本工学教育協会工学・工業教育研究講演会講演論文集，pp.690-691，2013
- [3] 土肥紳一，「情報倫理デジタルビデオ小品集2 メールでのプライバシー」を活用して，PCカンファレンス北海道2013 予稿集，2013
- [4] 土肥紳一，今野紀子：Processing による高校生を対象としたプログラミング入門体験，SSS2013 論文集，Vol.2013，no.2，pp.217-224，2013
- [5] 柴田望洋，新版 明解C言語入門編，ソフトバンクパブリッシング，2004
- [6] 土肥紳一，宮川 治，今野紀子，SIEMを導入したプログラミング入門教育におけるペンタブレットの活用，大学ICT推進協議会，2011年度年次大会講演会講演論文集，pp399-406，2011
- [7] J.M.Daisey, W.J.Angell, M.G.Apte : Indoor air quality, ventilation and health symptoms in schools: an analysis of existing information, Indoor Air, Vol.13, pp.53-64, 2003